



## **Udredningsrapport for teknologier**

### **med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen**

Mikkelsen, Søren A.; Christensen, Svend; Schaarup, Peter H.; Vejrbæk, Lene; Ravn, Ivar; Lundgaard, Niels; Aaes, Ole; Lyngbye, Merete; Damkjer, Rene; Jacobsen, Brian H.; Qwist, Morten; Sommer, Ellis; Larsen, Finn

*Publication date:*  
2006

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*

Mikkelsen, S. A., Christensen, S., Schaarup, P. H., Vejrbæk, L., Ravn, I., Lundgaard, N., Aaes, O., Lyngbye, M., Damkjer, R., Jacobsen, B. H., Qwist, M., Sommer, E., & Larsen, F. (2006). *Udredningsrapport for teknologier: med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen.*

# Udredningsrapport for teknologier



- med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen

# Udredningsrapport for teknologier

– med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen

Sammendrag med konklusion.....	2
1. Indledning .....	5
2. Teknologier og miljømål.....	6
3. Beskrivelse af teknologier.....	7
3.1 Forædling af foderafgrøder .....	8
3.2 Husdyrproduktion .....	10
3.3 Stalde.....	20
3.4 Lagre, behandling og energifremstilling .....	25
3.5 Transport og udbringning .....	31
3.6 Kædebetragtninger og samlet vurdering.....	34
4. Barrierer for ny teknologi og forslag til løsninger .....	39
4.1. Landmænds implementering af teknologi.....	39
4.2. Fodring .....	41
4.3. Stalde.....	43
4.4. Gylleteknologier.....	45
5. Behov for forskning og udvikling .....	48
5.1. Miljøeffektive foderafgrøder.....	48
5.2. Miljøeffektiv foderudnyttelse .....	49
5.3. Integrering af teknikker i stalden .....	49
5.4. Husdyrgødning fra dyr til planter .....	49
5.5. Bioenergi fra husdyrgødning .....	50
5.6. Kædebetragtninger og systemmodeller.....	50
6. Dokumentation og certificering .....	50
6.1. Dokumentation af miljøteknologi i husdyrproduktionen i dag.....	51
6.2. Dokumentation og certificeringens betydning for udbredelsen af miljøteknologi .....	53
6.3. Sammenfatning / perspektivering .....	56
Referencer .....	57
Bilagsoversigt .....	60

## **Sammendrag med konklusion**

Denne udredning ”Teknologier – med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktion” er udarbejdet på opdrag fra Miljøministeriet og Fødevareministeriet. Formålet med udredningsarbejdet er at give faglige input til regeringens arbejde med

1. flerårsplan for bæredygtigt og miljørigtigt husdyrbrug,
2. miljøteknologisk handleplan, og
3. udspil om ny godkendelsesordning for husdyrbrug.

Udredningsarbejdet vil endvidere blive anvendt som bidrag til dansk input til EU Kommissionens arbejde med implementering af Vandrammedirektivet.

Udredningen er udarbejdet i perioden november 2005-januar 2006 af en bredt sammensat udredningsgruppe med repræsentanter fra erhverv, myndigheder og forskning. Som led i udredningsarbejdet blev der i december 2005 holdt en workshop i Direktoratet for FødevareErhverv med fokus på barrierer og virkemidler ved ibrugtagning af miljøeffektive landbrugsteknologier.

Udredningsgruppen har i sit arbejde fokuseret både på miljømæssige og produktionsmæssige forhold. Miljømæssigt omfatter det ammoniakfordampning og øvrige næringsstofftab fra produktionssystemet, emission af drivhusgasser samt lugtgener. Produktionsmæssigt omfatter det både den animalske primærproduktion og det virksomhedspotentiale, som udvikling og produktion af miljøteknologier til landbruget repræsenterer.

Teknologi er her defineret som en fællesbetegnelse for fremgangsmåder, teknikker og hjælpemidler, som på en effektiv måde kan bringes i anvendelse for at fremme en miljørigtig husdyrproduktion. Dette specifikke teknologisegment er sammensat af relevante elementer fra eksisterende og kommende teknologier inden for bioteknologi, procesteknologi, sensorteknologi og informations- og kommunikationsteknologi.

Der lægges vægt på, at miljøteknologier til landbruget skal bygge videre på den forsknings- og udviklingsindsats, som sker inden for højteknologi, ligesom behovet for offentligt-privat samspil understreges både i teknologiudviklingen og i implementeringen af teknologien.

Udredningen omfatter en gennemgang af relevante teknologier i hele kæden fra forædling af planter til foder – fodring – stalde – lagring og behandling samt udbringning af husdyrgødning.

Målrettet forædling af foderafgrøder tilpasset husdyrenes behov for næringsstoffer rummer store perspektiver for en miljøvenlig produktion. Forædlingen kan ske enten ved hjælp af genetisk modifikation eller ved hjælp af traditionelle forædlingsmetoder, men tidshorisonten for frembringelse af sådanne afgrøder til kommerciel anvendelse er lang, 10 til 15 år.

Derimod synes der at være hurtige gevinster at hente på området fodringsteknologi, både mht. nedbringelse af ammoniakfordampningen og mht. reduktion af fosfor-overskuddet i den animalske produktion. Dette er sammenfattet i rapportens tabel 3.2 for husdyrarterne kvæg, slagtesvin, søer incl. grise til fravænning og slagtekyllinge- og konsumægproduktion.

Mht. stalde omfatter udredningen femten teknologier opdelt på følgende fire kerneteknologiområder: stalddesign til reduktion af ammoniakfordampning og lugt, lugtreducerende ventilation, gyllebehandling i stald og luftrensning. Disse teknologier er oversigtligt beskrevet i rapportens tabel 3.3. Som det fremgår af tabellen, er der for nogle teknologiers vedkommende estimeret en markant effekt på ammoniakfordampning og lugt.

Teknologier til lagring, behandling og energiproduktion fra husdyrgødning er tilsvarende sammenfattet i rapportens tabel 3.4 i form af seksten teknologier opdelt på følgende fire kerneteknologiområder: overdækning af lagre, separering, iltning og ozonbehandling samt energifremstilling. Som det vil fremgå af tabellen, er der markante effekter på ammoniakfordampningen, medens der er stor usikkerhed mht. teknologiernes effekt på emission af lugt og drivhusgasser, ligesom der i en række tilfælde er markeret driftsmæssige krav til teknologierne mht. overvågning og styring.

Teknologier til transport og udbringning er sammenfattet i tabel 3.5 og omfatter fem teknologier, som alle er kommercielt tilgængelige.

Som det fremgår af ovenstående, har udredningsgruppen lagt vægt på at fremstille resultatet af udredningsarbejdet på en oversigtlig måde i form af oversigtstabeller. Disse tabeller skal imidlertid anvendes med varsomhed, og for mere udførlige redegørelser for teknologierne henvises til den omfattende bilagssamling. Tabelfremstillingen er på visse områder ukomplet og viser dermed de områder, hvor der er usikkerhed om teknologiernes effekt eller driftsmæssige krav. Dette vedrører tillige teknologiernes driftsomkostninger og miljøøkonomi.

Udredningsgruppen finder anledning til at understrege behovet for, at nye teknologier ideelt set bør vurderes i kædebetraktninger eller systemanalyser, hvor den samlede teknologikæde fra fodring til udbringning af husdyrgødningen på marken inkluderes i en analyse af det samlede produktionssystem. Dette er illustreret i rapportens afsnit 3.6, som viser scenarieberegninger for udvalgte teknologikæder for h.hv. en svinebesætning og en kvægbesætning mht. effekten på ammoniakfordampningen. Scenarierne viser meget markante reduktionsmuligheder for den samlede teknologikæde. Det skal dog understreges, at der er tale om scenarieberegninger.

Ud over den teknisk betonedede gennemgang af en række relevante teknologier har der i udredningsarbejdet været fokus på analyse af barrierer og incitamenter for ibrugtagning af ny teknologi. Dette var som nævnt temaet for en særlig workshop under udredningsarbejdet. Rapporten omfatter en generel gennemgang af forhold, som spiller ind ved landmænds implementering af ny teknologi. Det drejer sig bl.a. om tidshorisonten og om hvorvidt der er tale om reversible eller irreversible beslutninger. Herunder hører, om der mht. staldanlæg mv. er tale om nybyggeri eller tilretning af eksisterende byggeri, ligesom størrelsesøkonomien spiller en stor rolle. Endelig er omtalt betydningen af traditioner og værdier i landbruget.

Rapporten omfatter endvidere en specifik analyse af barrierer og incitamenter opdelt på teknologiske forhold, politisk/administrative forhold, markedsmæssige forhold og holdningsmæssige forhold. Denne analyse er gennemført for hvert af de tre områder fodring, stalde og gylleteknologi og har inddraget resultaterne fra den omtalte workshop.

Fra landbrugets side er der givet et meget klart signal om behov for ”råderum” forstået som muligheden for at udnytte ny teknologi til produktion inden for fastsatte miljømål. Både fra

landbruget og industrien er der udtrykt stort behov for klare retningslinier og stabilitet i politiske beslutninger over en længere tidshorisont, så man ved hvad man har at rette sig efter. Tilsvarende er der over en bred kam udtrykt behov for mere viden om de nye teknologier og i den forbindelse behov for et tæt samspil imellem offentlig forskning og udvikling, primærproduktion og industri i en innovativ kæde. Både industrien og landbruget udtrykker behov for en mere omfattende, uvildig certificeringsordning eller lignende, og industrien har et klart udtrykt behov for et dansk hjemmemarked som udviklingsbasis for eksport.

Rapportens afsnit 5 er en oversigtlig gennemgang af behovet for forskning og udvikling i disse nye teknologier. Gennemgangen er opdelt på miljøeffektive foderafgrøder, miljøeffektiv foderudnyttelse, integrering af teknikker i stalden, husdyrgødning fra dyr til planter, bioenergi fra husdyrgødning og kædebetragtninger og systemmodeller. Som det fremgår, lægges der vægt på en helhedsorienteret tilgang til teknologiudvikling og –anvendelse, som skal sammenkæde enkeltkomponenterne i lighed med situationen i den praktiske implementering på bedriften.

Behovet for dokumentation og certificering er kommet klart frem ved analysen af barrierer og incitamenter. Dette tema har derfor fået sit eget afsnit i rapporten, afsnit 6, og bilagssamlingen omfatter omtale af definitioner og begreber på dette felt samt en kort beskrivelse af dokumentationssystemer inden for andre brancher. På det korte sigt anbefales en videreudvikling og standardisering af det eksisterende BAT-system (Best Available Technology). På lidt længere sigt anbefales udvikling af et dynamisk certificeringssystem, som sigter på at forbedre både grundlaget for købsbeslutningen og grundlaget for den efterfølgende driftssituation.

Rapportens gennemgang af relevante teknologier, barrierer og incitamenter samt forsknings- og udviklingsbehov giver grundlag for følgende konklusioner:

- Miljøvenlig husdyrproduktion er en dansk styrkeposition. Den hidtidige udvikling har vist, at dansk landbrug har været i stand til at leve op til skærpede miljøkrav under samtidig opretholdelse af en stor og intensiv animalsk produktion. Dette har været muligt i kraft af en tæt forbindelse imellem forskning og udvikling, industri og primærproduktion og en deraf følgende hurtig implementering af nye teknologier.
- Der er et stort potentiale for videre udvikling på området. Dette gælder både mht. fortsat forfining af primærproduktionen med deraf følgende øget præcision i produktionen og mht. udvikling af det tilhørende teknologisegment – miljøteknologier til landbruget – som en dansk eksportvare. Både på europæisk plan og globalt forudses et stort eksportpotentiale for industrien inden for disse teknologier. Det forudsætter imidlertid et dansk hjemmemarked som udviklingsbasis for eksporten.
- Der er et stort antal teknologier til rådighed i de enkelte led i kæden planter til foder – fodring – stalde – lagre – behandling – udbringning. Disse teknologier har en varierende grad af modenhed mht. anvendelse i praksis. Teknologiernes miljømæssige effekt er søgt beskrevet mht. ammoniakfordampning og øvrige næringsstoffab fra produktionssystemet, emission af drivhusgasser samt lugt. Men viden om den miljømæssige effekt, produktions- og miljøøkonomien er i mange tilfælde usikker eller manglende.
- Nogle teknologier kan således have en effekt på kort sigt – andre kræver en længerevarende forsknings- og udviklingsindsats førend de er modne til implementering.

- Ideelt set er der behov for at anlægge kædebetragtninger eller systemanalyser for at kunne optimere den samlede teknologikæde i produktionssystemet. Dette er imidlertid vanskeligt at gøre i praksis. Rapporten viser eksempler på sådanne systembetragtninger eller scenarier for en svinebesætning og en kvægbesætning. Disse scenarieberegninger viser store muligheder i den ideelle situation mht. reduktion af ammoniakfordampningen.
- De vigtigste barrierer og incitamenter for introduktion af ny teknologi er behov for viden, klarhed fra myndigheder mht. miljøkrav, erhvervets behov for produktionsmæssigt ”råderum” ved introduktion af miljøteknologier og industriens behov for et stabilt hjemmemarked som basis for eksport.
- Vigtigheden af et tæt offentlig-privat samspil mht. forskning, udvikling og teknologioverførsel understreges som grundlag for en kombination af teknologi- og brugerdreven innovation. Endvidere peges på behov for forskning og udvikling på de enkelte områder i et tæt samspil med den højteknologiske forskningsindsats i Danmark.
- Endelig fremhæves videreudvikling og standardisering af det eksisterende BAT-system som et væsentligt behov. Der foreslås på sigt udviklet et dynamisk certificeringssystem for at forbedre grundlaget for både købsbeslutningen og den efterfølgende driftssituation.

## 1. Indledning

Denne udredning ”Teknologier – med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen” er udarbejdet på opdrag fra Miljøministeriet og Fødevareministeriet. Projektbeskrivelsen for udredningsarbejdet af 7. november 2005 er medtaget som bilag 1.

Udredningen er udarbejdet af en udredningsgruppe bestående af Søren A. Mikkelsen (formand) og Svend Christensen (Danmarks JordbrugsForskning), Peter H. Schaarup (Skov- og Naturstyrelsen), Lene Vejebak (Direktoratet for FødevareErhverv), Ivar Ravn og Niels Lundgaard (Landscentret), Ole Aaes (Dansk Kvæg, Landscentret), Merete Lyngbye (Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier), Rene Damkjær (Agro Business Park), Brian Jacobsen (Fødevareøkonomisk Institut), Morten Qwist og Ellis Sommer (Plantedirektoratet) og Finn Larsen (Amtsrådsforeningen). Udredningsgruppen har endvidere modtaget bidrag fra Preben Bach Holm, Svend Morsing, Peter Kai, Sven G. Sommer, Henrik B. Møller, Claus G. Sørensen, Martin N. Hansen, Søren O. Pedersen og Hanne Damgaard Poulsen (Danmarks JordbrugsForskning), Per Tybirk og Niels Morten Sloth (Landscentret, Landsudvalget for Svin). Anya Bjørn Vinstrup (Danmarks JordbrugsForskning) har været faglig sekretær for udredningsgruppen.

Udredningsgruppen har i den tre måneders periode november 2005 – januar 2006 afholdt fire møder.

Som led i udredningsarbejdet blev der den 12. december 2005 afholdt en workshop om ”miljøeffektive landbrugsteknologier – barrierer og virkemidler” med 70 deltagere. Workshopdeltagerne omfattede bred repræsentation fra primærproduktion, myndigheder, forskning, rådgivning og virksomheder. På workshoppen blev planerne for udredningsarbejdet præsenteret, og deltagerne gav værdifulde bidrag til det videre arbejde mht. barrierer og virkemidler. Materialet fra

denne workshop er tilgængeligt på de følgende links: <http://www.fvm.dk/Default.asp?ID=17086> og <http://www.skovognatur.dk/Emne/Landbrug/Workshop121205.htm>.

Workshoppen var opdelt i tre sessioner vedrørende h.h.v. foderteknologi, staldteknologi og gylleteknologi. Sammendrag af de tre sessioners bidrag vedrørende barrierer og virkemidler er medtaget som bilag 2 til denne udredning.

Formålet med udredningsarbejdet er at give faglige input til regeringens arbejde med

- flerårsplan for bæredygtigt og miljørigtigt husdyrbrug
- miljøteknologisk handleplan
- udspil om ny godkendelsesordning for husdyrbrug.

Udredningsarbejdet vil endvidere blive anvendt som bidrag til dansk input til EU Kommissionens arbejde med implementering af Vandrammedirektivet.

Udredningen er disponeret således, at der i det følgende afsnit 2 gives en generel oversigt over teknologier og miljømål. Derefter omfatter afsnit 3 en gennemgang af teknologierne, deres anvendelsesmuligheder og perspektiver opdelt på husdyrproduktion, stalde, gødningsbehandling og gødningsudbringning. Dernæst følger afsnit 4 med analyse af barrierer og incitamenter inden for de nævnte anvendelsesområder. Afsnit 5 beskriver forsknings- og udviklingsbehov, og afsnit 6 omfatter dokumentation og certificering.

## **2. Teknologier og miljømål**

Udredningsgruppen har i sit arbejde med teknologier, som er relevante for den nuværende og fremtidige husdyrproduktion, fokuseret både på miljømæssige og produktionsmæssige forhold. Miljømæssigt omfatter dette forhold som ammoniakfordampning og øvrige næringsstoffab fra produktionssystemet, emission af drivhusgasser samt lugtgener. Produktionsmæssigt omfatter sigtet både den animalske primærproduktion og det virksomhedspotentiale, som udvikling og produktion af miljøteknologier til landbruget repræsenterer. Udredningsgruppen har primært fokuseret på danske forhold, men har haft den internationale dimension in mente.

Udredningsgruppen har taget afsæt i den særlige danske situation, som indebærer, at det hidtil har været muligt at reducere miljøbelastningen samtidig med opretholdelse af en stor og intensiv animalsk produktion. Dette skyldes bl.a., at dansk landbrug målrettet og hurtigt har taget nye teknologier i anvendelse.

Glossen ”teknologi” har efterhånden udviklet sig til at være en fællesbetegnelse for fremgangsmåder, teknikker og hjælpemidler inden for et område, som f.eks. miljøområdet. I det konkrete tilfælde drejer det sig således om fremgangsmåder, teknikker og hjælpemidler, som på en effektiv måde kan bringes i anvendelse for at fremme en miljørigtig husdyrproduktion.

Dette specifikke teknologisegment sammenstykket af relevante bidder fra eksisterende og kommende teknologier som f.eks. avls- og reproduktionsteknologi, bioteknologi, procesteknologi, sensorteknologi og informations- og kommunikationsteknologi. Også helt nye højteknologiske områder som f.eks. nanoteknologi kan vise sig relevante for dette segment. Ambitionen er at kunne bidrage til, at dette specifikke teknologisegment kan udvikles til en international styrkeposition for dansk animalsk produktion og tilknyttede industrier.



Forventningen er, at kombinationen af højteknologiske forskningsmiljøer og brugerefterspørgsel kan bidrage til denne udvikling. Det danske forsknings- og udviklingssystem inden for jordbrug og miljøområdet har gode forudsætninger for en sådan udvikling i kraft af tæt forbindelse mellem forskning, udvikling, rådgivning, industri og primærproduktion.

Dette forudsætter, at forsknings-, udviklings- og innovationssystemet inden for jordbrugs- og fødevarerektoren agerer i et tæt samspil med den højteknologiske forskningsindsats inden for bl.a. NABIT (nano-, bio- og informationsteknologi). Såfremt ambitionerne om et dansk industrieventyr inden for miljøteknologier til landbruget skal indfries, kræver det endvidere et tæt samspil med eksisterende og nye virksomheder for udmøntning og kommercialisering af forskningsresultaterne.

Det forventes, at der på europæisk plan og globalt vil blive et stort markedspotentiale for denne type teknologier i takt med implementeringen af diverse direktiver for fremme af miljøvenlig landbrugsproduktion. Her vil den hidtidige danske indsats i form af de implementerede vandmiljøplaner kunne udnyttes. Dansk landbrug har som nævnt hidtil været i stand til at leve op til skærpede miljømål på et stadigt højt og intensivt produktionsniveau. Dette har været muligt via en stadig forfining af produktionen, bl.a. ved hjælp af ny teknologi. Denne styrkeposition vil kunne udnyttes internationalt til eksportformål i et tæt samspil mellem forskning og udvikling og primærproduktion og industri. Dansk eksport af miljøteknologi vil således kunne ske sideløbende med den danske eksport af fødevarer.

De miljømål, som pt. er aktuelle for dansk husdyrproduktion, vedrører tab af næringsstofferne kvælstof og fosfor. Miljømålene er fastlagt i den politiske aftale om Vandmiljøplan III fra april 2004 og omfatter for kvælstofudvaskningens vedkommende en reduktion på minimum 13 % frem til 2015. Mht. fosfor omfatter målet en halvering af fosforoverskuddet inden 2015. Endvidere er det målet at reducere lugtemissionen, hvilket også er medtaget i den politiske aftale om Vandmiljøplan III. Materiale vedrørende Vandmiljøplan III findes på <http://www.vmp3.dk>. På dette link findes bl.a. de faglige udredningsrapporter, som blev udarbejdet som en del af det faglige grundlag for Vandmiljøplan III. Disse udredninger omfatter bl.a. materiale om relevante teknologier.

Der foreligger endvidere generelle målsætninger vedrørende ammoniakfordampningen fra landbruget, ligesom Danmark i henhold til Kyoto-protokollen er forpligtet til at foretage en reduktion i udledningen af drivhusgasser. Endelig vil implementering af Vandrammedirektivet medføre specifikke miljømål for produktionen inden for de enkelte vandløbsoplande.

### **3. Beskrivelse af teknologier**

Dette afsnit indledes med en omtale af muligheder og perspektiver for at opnå en miljøeffekt via nye foderafgrøder og foderudnyttelse. Derefter følger et sammendrag af bilag, hvor en række teknologier beskrives under 4 kerne-miljøteknologier til stalde, 4 kerne-miljøteknologier til husdyrgødningsslagring og behandling, 2 kerne-miljøteknologier, der kan anvendes fra lager og i marken.

Gennemgangen af de enkelte teknologier er baseret på de bilag, der findes bagerst i rapporten, hvor bilag 3.2. relateres til foder, 3.3. til stalde, 3.4. til lagre og 3.5. til udbringning af husdyrgødning. Disse bilag beskriver de enkelte teknologier, herunder status i relation til anvendelse i praksis, miljøeffekt, effekt på arbejdsmiljø, egnethed/funktionalitet, energiforbrug, indflydelse på smitterisiko, dyrevelfærd og økonomi.

Beskrivelserne i bilagene bygger på offentligt tilgængelige publikationer. Teknologierne miljøeffekt omfatter i denne redegørelse effekten på emissionen af ammoniak, lugt og drivhusgasser til atmosfæren samt tilførslen af næringsstoffer fra det dyrkede land til recipienter. Redegørelsen omfatter ikke spredning og deposition af ammoniak, lugt og drivhusgasser i naturen.

De fleste forsøg og undersøgelser beskrevet i bilagene er gennemført med teknologier, der reducerer emissionen af ammoniak og lugt fra stalde. Reduktionen er bestemt som procentisk reduktion i forhold til en reference, f.eks. sammenligning af to staldsektioner med henholdsvis fuldspaltegulv og delvis spaltegulv. Anvendelse af reduktionsprocenter f.eks. i forbindelse med miljøvejledning, -rådgivning og myndighedsbehandling i miljøsager forudsætter at referencens miljøpåvirkning er kvantificeret, og at referencen er repræsentativ for stalde i Danmark.

De økonomiske data i relation til stalde er hentet fra BAT (byggeblade), data vedr. fodring er fra Landscenteret og Danmarks JordbrugsForskning, mens forsøgsresultater og analyser omkring og håndtering af husdyrgødning stammer fra Landscenteret, Danmarks JordbrugsForskning og Fødevareøkonomisk Institut. Angivelser af omkostninger i denne rapport er således en første vurdering af de budgetøkonomiske omkostninger i forhold til produktion og miljøeffekt. De videre økonomiske analyser foretages i økonomigruppen, og her inddrages også størrelsesøkonomiske forhold, samt en vurdering af de velfærdsøkonomiske omkostninger for udvalgte teknologier.

Det er afgørende for en økonomisk og miljømæssig bæredygtig anvendelse af miljøteknologier i forbindelse med husdyrproduktion og håndtering af husdyrgødning, at de vurderes helhedsorienteret f.eks. ved hjælp af kædebetragtninger eller livscyklusanalyser, der også inddrager teknologiens effekt på andre afgørende miljøeffekter. En teknologi, der f.eks. fjerner ammoniak- og lugtemission fra stalde, skal også vurderes på sideeffekter som eksempelvis energiforbrug og emission af drivhusgasser. Endvidere bør en vurdering også afdække negative sammenhænge f.eks. mellem teknologi og dyrevelfærd og urealistisk høje investerings- eller driftsomkostninger. Et vigtigt element er identifikation af de mest kritiske led i den samlede proceskæde.

En effektiv miljøteknologi til husdyrproduktion må ideelt set kombineres af flere teknologier i en systembetragtning. Forsøg og viden om samspillet mellem flere teknologier og den samlede miljøeffekt er imidlertid begrænset og på nuværende tidspunkt er det f.eks. usikkert om man adderer eller multiplicerer de effekter, som man via forsøg og test har opnået med de enkelte teknologier. Da det er urealistisk at gennemføre praktiske forsøg og test med alle kombinationer af teknologier bør miljøvurderinger af kombinationer af flere teknologier baseres på systemmodeller. Der er i afsnit 3.6. beskrevet to sådanne miljøteknologikæder. For at kunne udnytte samspillet mellem flere teknologier optimalt er der behov for monitorerings- og overvågningssystemer. Disse kan også bidrage til styring af drift med henblik på reduktion af emission af ammoniak, lugt og drivhusgasser, der er funktion af dynamiske processer, som varierer betydeligt hen over døgnet og året bl.a. som en funktion af en række produktionstekniske forhold, herunder driftsledelse.

### ***3.1 Forædling af foderafgrøder***

Moderne planteforædlingsmetoder kombineret med den hurtigt voksende forståelse af vore afgrøders genetik og indholdsstoffer giver mulighed for fremstilling af nye sorter, der kan bidrage til løsning af de miljøproblemer, der er forbundet med den moderne husdyrproduktion. Udvikling af nye byg-, hvede- og græssorter med bedre fosfortilgængelighed, optimeret aminosyresammensætning, ændret kulhydrat/protein forhold og bedre fordøjelighed kombineret

med større dyrkningssikkerhed er realistisk inden for en 10-15-årig tidshorizont. Sådanne afgrøder vil være et essentielt element for sikring af en bære- og konkurrencedygtig dansk foderproduktion karakteriseret ved et minimalt energiforbrug og lav CO<sub>2</sub> emission. Ligeledes vil det være realistisk at udvikle afgrøder, der i langt højere grad end nu kan fremme husdyrenes sundhed og være med til at reducere lugtproblemer i husdyrproduktionen.

### **3.1.1 Forædlingsteknologi**

Den traditionelle planteforædling er baseret på udnyttelse af naturlig og induceret variation samt krydsning mellem beslægtede arter. Der er nu udviklet en lang række nye genetiske værktøjer, der kombineret med hurtige og effektive screeningsmetoder og viden om afgrødernes indholdsstoffer muliggør langt hurtigere og præcise forædlingsprogrammer for karakterer af relevans for foderkvalitet. Med hensyn til genetisk modificering af planter er der udviklet nye teknologier, der tillader præcis indsættelse af gener uden anvendelse af artsfremmed DNA. Det er et muligt scenarium, at GM foderplanter fremstillet efter disse principper og med en sundheds- og miljømæssig nytteværdi vil være generelt acceptable og kunne markedsføres.

### **3.1.2 Fosforudskillelse**

En af årsagerne til fosforproblemet i dansk husdyrproduktion er, at de enmavede dyr kun i begrænset omfang kan udnytte fytinsyre, den primære fosforforbindelse i kornkerner såvel som i soja- og rapskager. Tilsætning af mikrobielt fremstillet fytase har afhjulpet problemet, men fosfatfordøjeligheden har endnu ikke altid nået et niveau, der overflødiggør tilsætning af foderfosfat. Foderfosfat med et lavt indhold af tungmetaller som cadmium er en ikke-fornybar ressource, der kan være opbrugt om få årtier. Mutanter med et reduceret indhold af fytat er udviklet af amerikanske forskere og markedsføres i USA. Ligeledes er der udviklet gensplejsede sorter af majs, raps, lucerne og sojabønner, der producerer store mængder af en mikrobiel fytase i frøet.

Der er i dansk regi på offentlige forskningsinstitutioner og i forædlingsfirmaer og i enzymindustrien opbygget en omfattende kompetence indenfor fytinsyre og fytase. Den offentlige forskningsindsats er blevet udviklet over de sidste 10 år, og der er en række materialer til rådighed i form af bygmutanter med et reduceret indhold af fytinsyre og hvede- og byglinier gensplejset for produktion af fytase i kernen. Der er derfor gode muligheder for en dansk udvikling af internationalt konkurrencedygtige sorter af byg- og hvedesorter med en bedre fosfatfordøjelighed, baseret på naturlig genetisk variation, mutationer og gensplejsning.

### **3.1.3 Kvælstofudledning**

Korn indeholder et overskud af aminosyrerne prolin og glutamin, der ikke udnyttes af dyrene men nedbrydes med efterfølgende udskillelse af den ikke udnyttede kvælstof i urinen. I majs er det lykkedes ved en traditionel forædlingsindsats at frembringe en såkaldt Quality Protein Maize (QPM), der har lavere indhold af prolin og glutamin og et højere indhold af lysin og tryptofan. Majsen dyrkes i dag især i udviklingslande som Kina, hvor den anvendes som svinefoder og til human ernæring. Lignende majslinier er udviklet ved hjælp af gensplejsning, hvor man med anvendelse udelukkende af plantens egne gener hæmmer for syntesen af de lagerproteiner, der har den ernærings- og miljømæssigt dårligste aminosyresammensætning.

Der er i dansk regi udviklet lignende gensplejsede linier af byg med en væsentlig forbedret aminosyresammensætning. Ligeledes er der lavet strategier for udnyttelse af den naturlige variation for lagerproteinsammensætning i byg og hvede. De gensplejsede linier vil blive opformeret og analyseret i markforsøg i 2006.

### **3.1.4 Foderkvalitet i græsser**

Fodergræsser indeholder et for højt indhold af protein i forhold til letomsætteligt kulhydrat. I et samarbejde mellem offentlige og private danske institutioner er man nået meget langt i forståelsen af mekanismerne bag dannelsen af letomsætteligt kulhydrat, primært de såkaldte fruktaner, og konventionelle såvel som GM-baserede forædlingsprogrammer er påbegyndt.

Forbedret cellevægsfordøjelighed er et andet indsatsområde i offentlig – privat regi, der vil kunne have markante virkninger på kvægbrugets miljøbelastning og produktivitet. Indsatsen er koncentreret omkring en reduktion af vedstoffer (lignin) i blade samt stængler under anvendelse af såvel traditionelle som GM- baserede forædlingsmetoder.

Rajgræsforskningen omfatter en række andre indsatsområder vedrørende sygdomsresistens og tørketolerance, der vil være af relevans for frembringelse af rajgræs med en optimal foderkvalitet.

### **3.1.5 Konklusion**

Planteforædling giver en lang række muligheder for en dansk udvikling af nye foderafgrøder, der vil kunne give et vægtigt bidrag til løsning af husdyrbrugets miljøbelastning. Det er realistisk, at der vil kunne udvikles byg-, hvede- og rajgræssorter med en profil af indholdsstoffer, der sikrer en optimal produktivitet og husdyrsundhed og som samtidig reducerer husdyrbrugen miljøbelastning.

Sorter med kombination af flere af disse egenskaber må forventes at være konkurrencedygtige overfor de mere traditionelle strategier, hvor det dansk producerede foder primært anvendes som en kulhydratkilde, der under foderfremstillingen tilsættes en række ingredienser som mineraler, vitaminer, sojaprotein, aminosyrer og enzymer. Ligeledes vil et reduceret indhold af primært fosfat og kvælstof i husdyrenes affaldsstoffer være med til at reducere behovet for gylleseparering og håndtering af de resulterende faststoffraktioner. Den forventede tidshorisont for frembringelse af sådanne afgrøder til kommercielt formål vil være fra 10 til 15 år.

## ***3.2 Husdyrproduktion***

### **3.2.1 Avl og reproduktion**

#### **Kvæg**

Mælkeydelsen pr. årsko stiger årligt med ca. 2 % som følge af avl og forbedrede miljøvilkår. Det medfører, at andelen af foder og næringsstoffer, der går til opretholdelse af dyrets basale livsytringer falder. Derfor sker der hele tiden et fald i mængden af N og P, der udskilles med gødning og urin pr. kg produceret mælk. Idet der er et produktionsloft, der er fastlagt på landsplan, vil den samlede næringsstofudskillelse fra kvæg reduceres hvert år, da antallet af dyr reduceres. Der sker samtidig en mindre stigning i fæcesdelen af udskilt N. Der er ikke udsigt til forbedring af fodereffektiviteten på grundlag af avlsmæssige muligheder, inden for overskuelig fremtid. Det skyldes manglende mulighed for registreringer i praksis. På længere sigt kan kerneavl med tyremødredvælgelse, hvor der kan ske individuelle foderregistreringer, måske bidrage via nye genteknikker som Quantitative Trait Locus (QTL), som tages i brug i avlsarbejdet.

Avl for reduceret størrelse af køerne kan også bidrage til at andelen til vedligehold reduceres. Reproduktionsforhold, som ændret kælvningsinterval, kan påvirke antallet af dyr på forskellig laktationsstadiet, men muligheden for at udnytte dette ligger i fodringsdelen. Avl for reduceret

sygdom vil kunne øge næringsstofudnyttelsen, og de nye avlsmetoder kan øge hastigheden i avlsarbejdet.

### **Svin**

Med det gældende avlsmål forventes foderudnyttelsen hos slagtesvin forbedret med 0,20 – 0,25 FEs/kg tilvækst – det vil give en reduktion på ca. 8 % kvælstof over de kommende 10 år. I soholdet forventes tilsvarende en avlsmæssig forbedring af produktiviteten, målt som producerede grise pr. årssø, på ca. 6 % i samme periode. Foderforbruget pr. sø pr. år vil forblive uændret. Disse ændringer vil bevirke et fald på ca. 13 % i N-udskillelsen fra slagtesvin og måske et tilsvarende fald i ammoniakemissionen. For søernes vedkommende, vil avlsfremgangen ikke bevirke et fald i N-udskillelsen.

### **3.2.2 Fodringsteknologi**

Husdyrenes udskillelse af næringsstoffer påvirker miljøet gennem tab til omgivelserne. Forskellige tekniske tiltag kan reducere tabene, men en reduktion af udskillelsen fra dyrene reducerer potentialet. Derfor er det afgørende at kunne maksimere næringsstofudnyttelsen i de forskellige produktioner gennem fodringen. Det gælder for både P og N, men også for metan. Det er imidlertid vigtigt, at det ikke sker på bekostning af dyrevelfærd og -sundhed, og det er vigtigt, at mulighederne for reduktion ses i relation til driften af hele ejendommen. Især på kvægbrug, hvor grovfoderproduktionen spiller en stor rolle for hele næringsstofomsætningen.

En udførlig beskrivelse af de biologiske muligheder for en reduktion af husdyrenes næringsstofudskillelse kan ses i: "Notat vedr. muligheder for at reducere husdyrgødningens indhold af kvælstof" (Poulsen *et al.*, 2003) og notatet: "Fosfor i dansk landbrug – omsætning, tab og virkemidler" (Poulsen & Hansen, 2003; Poulsen & Rubæk 2005)), alle udarbejdet ved Danmarks JordbrugsForskning i forbindelse med forberedelserne af VMP III i efteråret 2003. Disse rapporter er i stor udstrækning baggrund for afsnit 3.3.2.1 og 3.3.2.4 samt tilhørende bilag.

#### **3.2.2.1 Kvælstof**

### **Svin**

Det samlede ammoniaktab fra stalde med svin blev i 2004 estimeret til 17.400 tons N, fordelt med 5.800 tons på sohold og 11.600 tons N på slagtesvin (Dansk Landbrug, 2005). Emission fra de forskellige kategorier fra både stald og lager var i 2004 0,56 kg fra slagtesvin, 0,09 kg for smågrise og 4,42 kg pr. årssø ud fra en skønnet fordeling af staldtyper og forskelle mellem normtal af dyr og normtal af lager for de enkelte staldtyper (Personlig meddelelse Per Tybirk, 2006, Landsudvalget for Svin).

I praksis er proteinindholdet i smågrise- og slagtesvinefoder det, man opnår i den billigst mulige blanding, som lige netop opfylder minimumsnormerne for protein og aminosyrer.

I smågrisefoder er indholdet i praksis marginalt lavere end de officielle anbefalinger, fordi lavt proteinindhold kan mindske risikoen for diarré. Yderligere sænkning af proteinniveauet i smågrisefoder forventes at medføre store produktionstab og er derfor økonomisk urealistisk.

I slagtesvinefoder vil det være muligt at sænke proteinniveauet med marginale produktionstab. Der er igangsat forsøg som skal afklare økonomien i forskellige muligheder for reduktion af proteinindholdet, dels med overholdelse af aminosyrenormer, dels med fasefodring og dels med

reduktion af både protein og aminosyrer under nuværende normer. Med den nuværende viden kan fasefodring til slagtesvin mindske indholdet af N i gødning med ca. 5 procent.

Reduktion af totalproteinindholdet vil både reducere organisk N og ammonium-N i gødningen, men reduktionen i ammonium-N er procentvis større end reduktionen i total-N. Det er indholdet af fordøjeligt råprotein, som bestemmer indholdet af ammonium-N i gødningen. Minimering af ammoniakfordampning sker derfor ved at minimere indholdet af fordøjeligt råprotein, mens minimering af N ab lager sker ved at minimere total-N. I de fleste tilfælde følges totalprotein og fordøjeligt protein stort set ad, men i velfærdsfoder til søer kan man minimere fordøjeligt råprotein og dermed ammoniakfordampning, mens det er svært at minimere indholdet af totalprotein, fordi fiberrige fodermidler har lav proteinfordøjelighed.

I sofoder er der gode muligheder for at reducere proteinindholdet i forhold til normtallene. Den største gevinst vil ske, hvis alle anvender fasefodring med en drægtigheds- og en diegivningsblanding, men der er også muligheder for forbedring ved øget anvendelse af syntetiske aminosyrer i diegivningsfoder – eller i de enhedsblandinger, som i dag ofte anvendes i hele cyklus. Besparselsen ved at anvende en billigere drægtighedsblanding vil i de fleste tilfælde på lidt længere sigt overstige omkostningerne ved investering i fodringsanlæg til fasefodring, hvorfor der med fordel kan etableres mulighed for at anvende 2 blandinger, når der investeres i nye anlæg med søer i løsdrift. Anvendes velfærdsblandinger med højt indhold af tungt fordøjelige fodermidler begrænses reduktionsmulighederne for total N dog lidt, mens mulighederne for reduktion af ammonium-N, som nævnt, er de samme som for normalt foder. I bilag 3.2.1 er der redegjort nærmere for miljøoptimeret slagtesvinefoder og miljøoptimeret foder til søer og smågrise.

## **Kvæg**

Det samlede estimerede ammoniaktab fra kvægstalde blev af Dansk Landbrug i 2004 estimeret til 6.000 tons N inklusiv tab ved afgræsning (Dansk Landbrug, 2005). For køer, i det mest anvendte staldsystem med en emissionsfaktor på 8 % af total N udskilt, er der en emission på ca. 9 kg N pr DE, men som gennemsnit er det nærmere 8 kg. Opdræt ligger i samme størrelsesorden pr. DE. (Poulsen *et al.*, 2001). Disse beregninger er baseret på en N-udskillelse fra malkekøer på 132,8 kg N pr. årsko af tung race og 109,3 kg fra jersey.

En reduktion af N-indholdet i kvæggødning kan enten ske som reduktion af ammonium-N, af organisk N eller begge. Reduktionen vil have forskellig virkning, idet kun en reduktion i ammonium-N reducerer emissionen.

Der er især tre hovedfaktorer, der kan medvirke til en reduktion af N-udskillelsen fra kvæg. Det er koncentrationen af protein (N i især PBV) i foderrationen, fodereffektiviteten (udnyttelse af energien) og mælkeydelsen pr. årsko.

Der er flere muligheder for at reducere proteinkoncentrationen i rationen. Det skyldes at rationerne ofte har et overskud af protein i forhold til normerne, især fordi normerne er minimumsnormer, men også fordi valget af fodermidler har stor betydning for muligheden for at minimere proteinniveauet. Reduktion af N i rationen sker ved at reducere AAT- og PBV-niveauet. (AAT er aminosyrer absorberet og PBV er N-balance i vommen). Mulighederne er imidlertid afhængige af forholdene på det enkelte kvægbrug. Man kan altså ikke summere mulighederne. De forskellige muligheder er blandt andet: Tilpasning af AAT- og/eller PBV-niveauet, Varmebehandling af tilskudsfoderet,

Reduceret afgræsning, eller Balancering af græsrationen og "Fasefodring" – Tildelingsprincip eller gruppedeling. Disse og andre fodringsmæssige tiltag er vurderet enkeltvis i bilagene 3.2.2. – 3.2.10.

Reduktion af N-koncentrationen i foderet vil hovedsaglig give en reduktion i udskillelsen af N med urinen, hvorfor det har stort potentiale med hensyn til reduktion af ammoniakfordampningen. Derimod er andelen af organisk N i gødningen ikke påvirket af N-koncentrationen i rationen.

En forbedring af fodereffektiviteten vil derimod give en stor reduktion af organisk N-udskillelse i gødningen, mens reduktionen af urin-N er mindre. Det betyder, at udvaskningen af nitrat lettere reduceres med øget fodereffektivitet, mens ammoniakfordampningen ikke er så påvirket.

En stadig stigning i mælkeydelsen pr. årsko medfører et forøget foderbehov pr. ko. Det øger udskillelsen af organisk N i gødningen, men øger ikke N-udskillelsen med urinen. Øget ydelse betyder til gengæld et væsentligt nationalt fald i N-fordampningen og udvaskningen af N, fordi mængden pr. kg produceret mælk falder med stigende ydelse.

### **Fjerkrå**

Mht. kvælstof/protein i foderet vurderes det, at det reelt ikke er muligt at sænke indholdet i blandingerne. Det kan derfor ikke forventes, at der via fodringen kan hentes bidrag til at sænke ammoniakfordampningen fra fjerkrå. Ammoniaktabet fra fjerkrå vurderes til 2.400 tons N i 2004 (Dansk Landbrug, 2005).

### **Pelsdyr**

Der er mulighed for at reducere kvælstofmængden i takt med ny viden om dyrenes behov for protein/aminosyrer. På baggrund af en livscyklusanalyse anses det for muligt at sænke foderets proteinindhold til ca. 25 % af den omsættelige energi. Det vil medføre en reduktion i det samlede N-bidrag i en størrelsesorden på 1.500 tons N på årsbasis. Det nuværende tab kendes ikke, da stalddtypefordelingen ikke er kendt (Personlig meddelelse Hans Henrik Møller 2006, Dansk Pelsdyravlerforening).

### **3.2.2.2 Lugt**

Lugten fra en svinestald stammer stort set udelukkende fra gødningen, og da gødningens sammensætning er en konsekvens af foderet, ville man forvente, at ændring af foderet kan påvirke lugten. Indledende forsøg med påvirkning af lugt gennem ændret foder har været skuffende – og der er endnu ikke kendskab til realistiske muligheder. Der arbejdes bl.a. med at undersøge betydningen af svovlforbindelser.

Der er ikke tiltag til fodringsmæssigt at reducere lugt fra kvæg, men lugt fra dårligt konserveret ensilage kan reduceres ved almindelig oprydning og tildækning.

### **3.2.2.3 Drivhusgasser**

Jordbrugets andel af den samlede danske udledning af drivhusgasser udgør ca. 18 %. Udledningen er især knyttet til metan fra husdyrenes fordøjelse og fra gødningshåndtering samt til lattergas fra omsætning af kvælstofgødninger i marken (Olesen, 2005). Siden 1990 er landbrugets udledning af drivhusgasser faldet med 24 %.

Det er hovedsagelig dannelse af metan der er direkte relateret til dyret og dets ernæring, men da der dannes lattergas (N<sub>2</sub>O) fra kvælstof tabt ved ammoniakfordampning og nitratudvaskning og fra

gødningslagre, har fodringen også indirekte betydning for disse. Der dannes ifølge Mikkelsen *et al.* (2005) ca. 180.000 tons metan pr. år fra fordøjelsessystemet og gødningslagre i Danmark, hvoraf de 47.000 tons er fra gødning. Af disse 47.000 tons bidrager svin med ca. 70 %. Kvæget bidrager til gengæld med ca. 54 % af den metan, der dannes i fordøjelsessystemet af vore husdyr.

På kvæg har den stigende ydelse reduceret kvægbestanden i DK, fordi vi har en mælkekvote. Denne reduktion af antal dyr har medført en stor reduktion af drivhusgasser fra kvæg. Yderligere har ændringer i fodringen allerede givet et stort fald, idet ombytning af sukkerrige fodringer (roer) til stivelsesrige fodringer (majsensilage) har reduceret metanproduktionen med 5-6 %. Det hænger sammen med ændringer i profilen af flygtige fedtsyrer i vommen, idet stivelsesfodring er brintforbrugende, mens sukkerfodring er brintproducerende. Det fortsat stigende foderniveau og en forøgelse af kraftfoderandelen vil da også være et fortsat bidrag til reduktion af metanproduktionen fra danske malkekøer, men af hensyn til køernes sundhed er der grænser for, hvad der kan opnås. Fodring med fedt, der ikke forgæres i vommen, vil også reducere metandannelsen, men det er ikke nødvendigvis altid et ønsket tiltag af andre årsager, såsom mælkenes sammensætning.

Der er en lang række øvrige muligheder for at påvirke dannelsen af metan i drøvtyggernes fordøjelsessystem, men de er ikke modne til brug, eller er ikke godkendt til anvendelse af dyreetiske og veterinærmæssige årsager i Danmark.

Hos enmavede dyr hænger metandannelsen sammen med mængden af fordøjelige fibre i fodret. En reduktion af disse vil imidlertid ikke være ønskeligt ud fra et sundheds/velfærdsmæssigt synspunkt, men bidraget fra de enmavedes fordøjelse er til gengæld lille.

#### **3.2.2.4 Fosfor**

Fosfor er en knap ressource, men det er også et essentielt næringsstof for husdyrene. Derfor er det vigtigt, at foderet indeholder tilstrækkeligt fosfor til at dække husdyrenes fysiologiske behov. Tiltag for at reducere udskillelsen af P fra husdyrene, kan dels være en reduktion af en overforsyning i forhold til behovet (reduktion af sikkerhedsmargin, baseret på bedre viden) eller en forbedring af tilgængeligheden af det tilførte fosfor.

#### **Svin**

Reduktion af foderets fosforindhold sker ved dels at sikre en høj fordøjelighed, dels ved løbende at tilpasse foderet til grisenes behov.

Fordøjeligheden øges ved kun at bruge monocalciumfosfat som fosforkilde, når der er behov for tilskud og ved at anvende fytase til at øge fordøjeligheden af det fyteinbundne plantefosfor. I praksis anvendes formentlig fytase i mere end 90 procent af svinefoderet i indeværende fodringssæson (2005). I forhold til gældende praksis kan fordøjeligheden øges ved at anvende højere dosis fytase og ved at udelukke fodermidler med lav fordøjelighed, f.eks. hvedeklid, raps- og solsikkeprodukter. Både højere dosis fytase og begrænsninger i valg af råvarer gør dog foderet dyrere.

Fasefodring med 3 blandinger til smågrise og 2-3 blandinger til slagtesvin giver en fosforreduktion på 1-2 kg fosfor pr ha, mens anvendelse af to blandinger til søer sparer ca. 4 kg fosfor pr ha. Ved nyetablering er fasefodring stort set økonomisk neutralt, da ekstra omkostninger til fodringsanlæg betales af en lidt lavere foderpris pga. det gennemsnitligt lavere næringsstofniveau.



Den almindelige produktivitetsstigning medfører et faldende foderforbrug pr. produceret svin, hvilket også medfører en reduktion i P-udskillelsen.

I bilag 3.2.1. er der redegjort nærmere for miljøoptimeret slagtesvinefoder og miljøoptimeret foder til søer og smågrise.

### **Kvæg**

Fosforudskillelsen fra kvæg kan reduceres gennem tilpasning af forsyningen til dyrenes behov. De officielle fodernormer er reduceret meget væsentligt til malkekøer inden for de sidste par år. Det giver mulighed for at reducere brugen af mineralsk P betydeligt. En tilsvarende revision af fodernormerne for opdræt og slagtekalve forventes ikke at reducere udskillelsen væsentligt.

Når mineralsk P ikke er nødvendig i større mængder i kvægbruget, hænger det sammen med at drøvtyggere har en naturlig fytaseaktivitet i vommen. Anvendelse af fytase i kvægbruget kan dog i sjældne tilfælde alligevel have en betydning, men det er der ikke forsket tilstrækkelig i endnu.

Fodermidlernes naturlige indhold af P er imidlertid i de fleste tilfælde højere end køernes behov. Det betyder, at der i det enkelte tilfælde kan være mulighed for at omlægge fodringen til P-fattige fodermidler, men hvis det også skal gælde grovfoderet, vil det influere på sædskiftet, og måske have negative konsekvenser for hele bedriften.

Opdrættet kan ved fodringstiltag reducere P-udskillelsen marginalt, mens slagtekalveproduktionen i dag foregår i store veldrevne enheder, hvor fodringen og foderudnyttelsen er optimeret, også med hensyn til P-forbruget. Den reelle P-udskillelse kan derfor vise sig at ligge væsentlig under de officielle normudskillelser med datamateriale, der beskriver den nuværende slagtekalveproduktionen. Derfor kan der muligvis ikke forventes nogen reel reduktion i P-tildelingen og udnyttelsen hos slagtekalvene, i forhold til det faktiske forbrug i dag. I bilag 3.2.9. er vist forskellige indsatsområder.

### **Fjerkræ**

For fjerkræ er der mulighed i en bedre normfastsættelse, samt i en øget viden om P-fordøjeligheden i forskellige foderstoffer. Men ligesom hos svin ligger de store potentialer i anvendelse af fytase og anvendelse af foderfosfater med høj tilgængelighed. Der tilbydes og anvendes nu (oktober 2005) foderblandinger til slagtekyllinger og høner, hvor fosforindholdet er sænket med mellem 20 og 40 % i forhold til normtallene (reviderede normtal 2004). Ud fra nuværende fodring (Personlig meddelelse Henrik Bang Jensen, Konsulent, Det danske Fjerkræråd) og beskrevne muligheder (Johansen & Poulsen, 2004), forventes fosforreduktionen at blive ca. 25 % for slagtekyllinger og ca. 30 % for konsumægshøner.

### **Pelsdyr**

Da der ikke anvendes foderfosfater i pelsdyrfodringen, ligger reduktionspotentialerne i en ændret fodersammensætning. Muligheden for at anvende fiskeaffald reduceres dermed, da det er dyrt at separere benene fra. Det anslås, at man på sigt kan reducere fosforudskillelsen fra pelsdyr med ca. 20 % ved hjælp af ændret fodersammensætning - formentlig fra 2010 og fremefter, men det betinger at en lang række forudsætninger på foderområdet er opfyldt.

I de følgende tabeller 3.2. til 3.4 er der givet en oversigt over de beskrevne teknologier. For nogle teknologier er det relevant at angive reduktion i P-udskillelse (ab dyr). Der afsluttes med en

vurdering af de produktions- eller budgetøkonomiske omkostninger opgjort pr. dyreenhed og i forhold til den reducerede miljøpåvirkning. De økonomiske beregninger er baseret på en rente på 5 pct. Eventuelle sideeffekter så som CO<sub>2</sub> og lugt m.m. er ikke værdisat i analysen. Hvor gevinsten i form af øget N tilførsel til planterne indgår, er det angivet i bilagene. For fodring er det reducerede N-indhold i gødningen ikke modsvaret af en omkostning til yderligere køb af handelsgødning. Negative omkostninger angiver en gevinst.

**Tabel 3.2** Samlet vurdering for virkning af fodringsteknologi. Sammendrag af bilag 3.2.2.- 3.2.10.

<b>Kvæg</b>		<b>Status</b>	<b>Miljøeffektivitet, (% red.)</b>		<b>Driftskrav</b>	<b>Dyrevelfærd</b>	<b>Bemærkning</b>	<b>Produktionsomkostninger</b>	
			<i>Ammoniak</i> <i>(NH<sub>3</sub>-N)</i>	<i>Udvaskning</i> <i>(kg N ab dyr)</i>				<i>Kr./DE</i>	<i>Kr./kg N</i>
<i>Reduktion af ammoniak og udvaskning</i>									
1.	Tilpasning af AAT og PBV-niveau	Kommercielt tilgængeligt	15	Ubetydelig*	Ingen	Neutral	Reduceret gylleværdi	83- ?	55-?
2.	Reduktion af PBV- niveau under normerne og sikkerhedsmargin	Kommercielt tilgængeligt	25-30	Ubetydelig*	Højt management	Negativ	Reduceret gylleværdi	400-600	150-175
3.	Varmebehandling af kraftfoder	Kommercielt tilgængeligt	5	Ubetydelig*	Ingen	Neutral	Reduceret gylleværdi	85-430	210-1100
4.	Syntetiske aminosyrer	Under udvikling	2,5	Ubetydelig*	Højt management	Neutral		0-?	0-?
5.	Tildelingsprincip, gruppeopdeling	Pilot	6	Ubetydelig*	Højt management	Neutral		90-127	180-254
6.	Reduceret afgræsning	Kommercielt tilgængeligt	?	Væsentlig	Ingen	Neutral	Arbejdesbyrde	?	?
7.	Tidlig indbinding	Under udvikling	?	Væsentlig	Ingen	?	Græsmarken	?	?
<i>Reduktion af fosfor</i>			<i>Fald i P-udskillelsen</i>						<i>Kr./kg P</i>
1.	Hel eller delvis fjernelse af mineralsk fosfor	Kommercielt tilgængeligt	14		Ingen	Neutral		<0	<0
2.	Reduceret P ved fodervalg	Anvendes ikke	21		Højt management	Neutral	Påvirker markplan	?	?

\*Forudsat optimal gødningsplan

<b>Slagtesvin</b>	<b>Status</b>	<b>Miljøeffektivitet, (% red.)</b>	<b>Driftskrav</b>	<b>Dyrevelfærd</b>	<b>Bemærkning</b>	<b>Produktionsomkostninger</b>
-------------------	---------------	------------------------------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------------------------

			<i>Ammoniak</i>	<i>Udvaskning</i>				<i>Pr. DE</i>	<i>Kr./kg N</i>
<i>Reduktion af ammoniak og udvaskning</i>				<i>kg/ha</i>					
1.	Reduktion af råprotein under norm	Under udvikling	17	0,7	Ingen	Neutral	Økonomi	0-140	0-40
2.	Reduktion af aminosyrer 5% under norm	Under udvikling	24	0,7	Ingen	Neutral	Økonomi	105-280	22-60
<i>Reduktion af fosfor</i>				<i>Fald i P-udskillelsen</i>					<i>Kr./kg P</i>
1.	Reduceret P-tildeling til 23 kg pr ha	Kommercielt tilgængeligt	18		Ingen	Neutral	Økonomi	35-70	10-20
2.	Reduceret P ved fodervalg til 20 kg P pr ha	Under udvikling	28		Ingen	Problem lav fiber	Økonomi+velfærd	70-140	12-25

<i>Søer incl grise til fravænning</i>		<b>Status</b>	<b>Miljøeffektivitet (% red.)</b>		<b>Driftskrav</b>	<b>Dyrevelfærd</b>	<b>Bemærkning</b>	<b>Produktionsomkostninger</b>	
			<i>Ammoniak</i>	<i>Udvaskning</i>				<i>Pr. DE</i>	<i>Kr./kg N</i>
<i>Reduktion af ammoniak og udvaskning</i>									
1.	Fasefodring	Kommercielt tilgængeligt	22,5	1 kg/ha	ingen	Neutral		0	0
2.	Fasefodring + råvarebegrænsning	Kommercielt tilgængeligt	28,5	1 kg/ha	ingen	svagt negativ lav fiber	Velfærd	100	22
<i>Reduktion af fosfor</i>			<i>Fald i P -udskillelsen</i>						<i>Kr./kg P</i>
1.	Reduceret P-tildeling Fasefodring og billigste foder	Kommercielt tilgængeligt	11		ingen	Neutral		0	0
2.	Reduceret P ved maks. reduktion Fasefodring, dobbelt fytase og	Under udvikling	23		ingen	svagt negativ	Økonomisk/velfærd	200	24

	råvarebegrænsning					lav fiber			
--	-------------------	--	--	--	--	-----------	--	--	--

<i>Slagtekyllinger/ konsumæg</i>		Status	Miljøeffektivitet, (% red.)		Driftskrav	Dyrevelfærd	Bemærkning	Produktionsomkostninger	
								Kr./DE	Kr./kg P
<i>Slagtekyllinger</i>			<i>Fosfor</i>						
1.	Reduceret P i foderblanding	Kommercielt tilgængeligt	25		ingen	Neutral - udvikling følges nøje	-	0 - ?	0 - ?
<i>Konsumægshøner</i>									Kr./kg P
-	Reduceret P i foderblanding	Kommercielt tilgængeligt	30		ingen	Neutral - udvikling følges nøje	-	0 - ?	0 - ?

Teknologierne er i tabellen opdelt i følgende kategorier: Status, hvor niveauet går fra under udvikling → pilot/forsøgsanlæg → kommercielt tilgængeligt. Miljøeffektiviteten angiver den procentvise reduktion i forhold til det mest alm. system i forhold til hhv. ammoniakemissionen ab stalde (NH<sub>3</sub>-N) og reduceret N-udskillelse (ab dyr) (kg N). Omfanget ubetydelig/væsentlig er angivet, hvor reduktionen ikke kan kvantificeres. Driftskrav angiver de krav, der stilles til driftslederen for at anvende den pågældende teknologi, hvilket er angivet som 'Ingen' eller 'Høj management'. Teknologiens påvirkning af dyrevelfærden er angivet som negativ, neutral eller positiv. Bemærkninger til teknologien er givet, og de vil være uddybet i de tilhørende bilag. Produktionsomkostningerne angiver omkostninger pr. dyreenhed samt pr. miljøenhed, hvor disse oplysninger findes. For dyreenheder (DE) gælder følgende omregningsfaktorer: 0,85 malkeko (tung race) til 1 DE, 35 slagtesvin til 1 DE og 4,3 søer til 1 DE. For flere omregningsfaktorer og detaljer se Bekendtgørelse om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v. For alle kategorier gælder, at hvor der ingen eller modstridende information er, er sat et spørgsmålstegn. Økonomiberegningerne i tabellen er foretaget af Dansk Kvæg samt Landsudvalget for Svin og Det Danske Fjerkræråd.

### **3.3 Stalde**

Ammoniak og lugtemission fra stalde kan reduceres med teknologier, der forebygger dannelsen af ammoniak og lugtstoffer, eller med teknologier, der neutraliserer eller renser ammoniak og lugtstoffer i stalden eller i afgangsluften fra stalden. I tabel 3.3 er listet 15 teknologier opdelt på fire kernekategorier.

#### **3.3.1 Ammoniak og lugtreducerende stalddesign**

Ammoniak- og lugtreducerende stalddesign omfatter primært forebyggende teknologier, herunder bl.a. gulvdesign, der reducerer dyrenes gødeareal. Der er gennemført serier af målinger af ammoniak fra stalde med forskellige spaltetyper og udformning af gyllekanaler i kombination med køling. Resultaterne viser klart, at der kan opnås en betydelig reduktion i ammoniakemission med billige forebyggende teknologier, hvis de vælges til nye stalde. Viden om effekten af spalter, køling m.m. på lugt er p.t. begrænset, da prøveudtagningsteknik og lugtbestemmelser endnu er relativt dyre. Reduceret spaltegulv er en økonomisk fordel, hvis det anvendes i stalde til smågrise og slagtesvin, men ikke i farestalde.

I kvægstalde findes der en kommercielt tilgængelig teknologi til automatiseret fjernelse af fæces med skrabere og afdræning af urin (kildeseparation). Teknologien reducerer ammoniakemissionen betydeligt, og den hyppige skrabning forebygger dannelse af lugtstoffer. Der foreligger udenlandske forsøg med anlæg, der fjerner fæces v.h.a. et rullebånd under spalterne og afdræner urinen i svine- og fjerkræstalde. Disse systemer har også vist at have en stor effekt på ammoniakemissionen. I erhvervet er der en betydelig skepsis overfor driftssikkerheden af sådanne mekaniske systemer under spalter.

#### **3.3.2 Lugtreducerende ventilation**

Lugtreducerende ventilation virker forebyggende på dannelsen af ammoniak og lugtstoffer og omfatter bl.a. forkøling af luft kombineret med behovsstyret ventilation samt kontrolleret og begrænset luftskifte i gyllekælderen. Teknologien er stadig under udvikling, og der er derfor begrænset viden om miljøeffekter. Foreløbige resultater fra basale forsøg viser en signifikant effekt på både ammoniak og lugtdannelse.

#### **3.3.3 Gyllebehandling i stalden**

Gyllebehandling i stalden omfatter bl.a. behandling med svovlsyre (der sænker pH-værdien og dermed fordampningspotentialet af ammoniak), ozon (der virker oxiderende på organiske forbindelser) og additiver, herunder bl.a. mikroorganismer eller enzymer.

Tilsætning af syre til gyllen i gyllekanaler og lagre begrænser emissionen af ammoniak fra stalden, lageret og under udbringning. Effekten afhænger dog af, hvor effektivt gyllen forsures, og om gyllen forbliver sur efter behandlingen. Forsuring til pH 6 har vist sig at kunne reducere ammoniakfordampningen ved udbringning til mellem 45 og 65 % af ammoniakfordampningen fra ubehandlet gylle. Forsuring med svovlsyre kan dog medføre risiko for dannelse af svovlholdige lugtforbindelser, herunder lugtstoffet svovlbrinte, hvilket kan øge risikoen for lugtgener. Forsuring af gylle med svovlsyre stiller desuden krav til holdbarheden af betonen i gyllekanal og gyllebeholder.

Ozonbehandling af gylle i stalden er en potentiel teknologi, der dog stadig må betragtes som en behandling, der er under udvikling.

Tilsætning af additiver er stadig en behandlingsform, hvor der endnu ikke er gennemført laboratorie-, små- eller storskalaforsøg.

### **3.3.4 Luftrensning**

Luftrensningsteknologier omfatter kemiske luftvaskere, biologiske luftvaskere, biofiltre og membranluftrensere, der neutraliserer eller filtrerer ammoniak og lugtstoffer i luften fra stalden. Det skønnes, at over 90 % af svine- og fjerkræstalde i Danmark ventileres af mekaniske ventilationsanlæg. En luftrenser, der kan rense afkastningsluften kan derfor være en effektiv teknisk løsning til reducere af ammoniak- og lugtemission fra disse stalde. Kvægstalde er typisk naturligt ventilerede, hvorfor det ikke er muligt at rense luften fra disse.

Kemisk luftrensning ved tilsætning af syre til rens vandet frarens kvælstof, som efterfølgende kan anvendes som plantegødning og evt. indgå i gødningsregnskabet. Med biologisk luftrensning frarens man ligeledes kvælstof, idet ammoniak-N omdannes til nitrat. Under anaerobe lagring kan nitrat denitrificeres til  $N_2O$  og  $N_2$ .

De publicerede resultater viser, at potentialet p.t. er størst med luftrensningsteknologier, der både har en effekt på ammoniak og lugt. En kemisk luftvasker kan typisk reducere ammoniaktabet med 50-90 % afhængig af luftskiftet. En biologisk luftvasker kan typisk reducere ammoniaktabet med 30-80 % og et biofilter med 30-70 %. Disse tal refererer til den andel af ventilationsluften, som renses. Hvis noget af ventilationsluften ledes udenom luftrenseren, påvirker det beregningen af det samlede ammoniaktab. I nogle tilfælde kan dette også skyldes, at kapaciteten skal være meget høj for at kunne klare den samlede luftmængde, specielt på varme sommerdage.

Der er naturligvis forventninger til, at man kan optimere de andre luftrensningsteknologier under udvikling og afprøvning i de kommende år, så der opnås en høj og reducerende effekt på både ammoniak og lugtemission fra alle typer af stalde.

### **3.3.5 Konklusion**

Som det fremgår af tabel 3.3. findes der en del viden om de nævnte teknologiers effekt på ammoniakemission. Der er betydelig variation i effekterne, hvilket skyldes andre faktorer indflydelse på ammoniakdannelsen og selve emissionen, f.eks. har fodersammensætning, driftsledelse og overvågning/styring stor indvirkning på den samlede effekt.

Samlet set er der ingen af de 15 teknologier i tabel 3.3., der p.t. har eller forventes at have en samlet høj effekt på både ammoniak- og lugtemission, med undtagelse af biologisk luftrensning. Resultater med denne teknologi viser imidlertid, at de kan være vanskelige at implementere i praksis bl.a. pga. usikker drift, relativt stort energiforbrug på filtre samt praktiske problemer med at udskifte filtermateriale. Viden om produktionsomkostninger og miljøøkonomi for en række af de beskrevne teknologier er meget begrænset.

9 af de 15 teknologier er kommercielt tilgængelige, men det er p.t. kun 'Reduceret spalteareal' i forbindelse med nybyggeri, syrehandling og kemiske luftrensere, der har vundet en vis udbredelse i praksis. De øvrige teknologier er enten under udvikling eller er stadig pilot- eller forsøgsanlæg.

Viden om teknologiernes effekt på forebyggelse, dannelse og emissionen af lugtstoffer er p.t. begrænset. Det kompliceres yderligere af, at lugt ikke består af et enkeltstof, men af mange

lugtstoffer, der virker forskelligt i varierende koncentrationer og kombinationer og som påvirkes af forskellige forhold, f.eks. vejr og vind, fodring, staldindretning og temperatur.



**Tabel 3.3** Miljøteknologi til stalde. Sammendrag af bilag 3.3.1.- 3.3.4.

	Status	Staldtype	Miljøeffektivitet				Effekt på arbejdsmiljø	Dyrevelfærd	Driftskrav	Produktionsomkostning	
			Ammoniak (% redu.)	Lugt (% redu.)	Drivhusgas (% redu.)	Energiforbrug				Kr./DE	Kr./kg N
<b>Ammoniak og lugtredu. stalddesign</b>											
1. Redu. spaltegulv (svin)	Kommercielt tilgængelig	Nye svinestalde	30-70	ca. 30	?	Neutral	Neutral	Neutral	Overvågning og styring	-99 - 74	-27 - 27
2. Gyllekanaler med V-form (svin)	Kommercielt tilgængelig	Nye svinestalde	15-45(**)	?	15	Neutral	Positiv	Neutral	Ingen	107 <sup>1)</sup>	41 <sup>1)</sup>
3. Køling af kanalbund (svin)	Kommercielt tilgængelig	Nye svinestalde	10-40	0	?	?	Positiv	Neutral	Ingen	-52 (slagtesvin) 108 (færestald)	-8 (slagtesvin) 55 (færestald)
4. Skraber og ajle-dræn (kvæg)	Kommercielt tilgængelig	Nye kvægstalde	21-65	?	?	Neutral	Positiv	?	Ingen	-86	-24
5. Staldseparation (fjerkræ)	Kommercielt tilgængelig	Nye fjerkræstalde	~25	?	?	?	Positiv	Neutral	Overvågning og styring	?	?
6. Staldseparation (svin)	Pilot/forsøgs-anlæg	Nye svinestalde	~50(**)	?	?	?	Positiv	Neutral	Overvågning og styring	?	?
<b>Lugtreducerende ventilation</b>											
7. Behovsbestemt ventilation + køling	Under udvikling	Mekanisk vent. stalde	?	?	?	Reduceres	Både positiv og negativ	Positiv	Overvågning og styring	?	?
8. Redu. luftskifte i gyllekædre	Under udvikling	Mekanisk vent. stalde	?	?	?	Reduceres	Positiv	Positiv	Overvågning og styring	?	?
<b>Gyllebehandling i stald</b>											
9. Syrebehandling	Kommercielt tilgængelig	Stalde med gyllesystemer	Kvæg:~50 Svin: ~70	0	?	?	Krav	Krav	Overvågning og styring	592-636 (slagtesvin) 554 (kvæg)	50-53 (slagtesvin) 152 (kvæg)
10. Ozonbehandling	Pilot/forsøgs-anlæg	?	?	?	?	?	Krav	Krav	Overvågning og styring	?	?
11. Tilsætning af additiver	?	?	?	?	?	?		?	?	?	?
<b>Luftrensning</b>											
12. Kemiske luftvaskere	Kommercielt tilgængelig	Mekanisk vent. stalde	50-90	0-30 (**)	?	?	?	Neutral	Overvågning og styring	757	53
13. Biologiske luftvaskere	Kommercielt tilgængelig	Mekanisk vent. stalde	30-80	30-70	?	?	?	Neutral	Overvågning og styring	381 <sup>1)</sup>	47 <sup>1)</sup>
14. Biofiltre	Kommercielt tilgængelig	Mekanisk vent. stalde	30-70	ca. 50	?	?	?	Neutral	Overvågning og styring	?	?

15. Membranluftrenser	Pilot/forsøg- sanlæg	Mekanisk vent. stalde	?	?	?	?	?	Neutral	Overvågning og styring	?	?
-----------------------	-------------------------	--------------------------	---	---	---	---	---	---------	---------------------------	---	---

Teknologierne er i tabellen opdelt i følgende kategorier: Status, hvor niveauet går fra under udvikling → pilot/forsøgsanlæg → kommercielt tilgængeligt. Staldtype angiver, hvilke staldd typer teknologien er beregnet til. Miljøeffektiviteten angiver den procentvise reduktion i forhold til hhv. ammoniak, lugt og drivhusgas. Energiforbruget er angivet som neutralt, reduceres eller stiger. Teknologiens påvirkning af dyrevelfærden og effekt på arbejdsmiljøet er angivet som neutral, positiv eller krav, hvilket angiver, at det er nødvendigt at foretage visse foranstaltninger i forbindelse med teknologien. Drifts krav til teknologien er angivet som 'Ingen' eller 'Overvågning og styring'. Produktionsomkostningerne angiver omkostninger pr. dyreenhed samt pr. miljøenhed, hvor disse oplysninger findes. For dyreenheder (DE) gælder følgende omregningsfaktorer: 0,85 malkeko (tung race) til 1 DE, 35 slagtesvin til 1 DE og 4,3 søer til 1 DE. For flere omregningsfaktorer og detaljer se Bekendtgørelse om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v. For alle kategorier gælder, at hvor der ingen eller modstridende information er, er sat et spørgsmålstegn.

Bemærkninger: Værdi af lavere indkøb af handelsgødning indgår med 4 kr. pr. kg N.

- Det er således ikke antaget, at landmanden kan tildele planterne en større N-mængde end i dag. Såfremt det var muligt ville værdien af mere N være større (7-8 kr. pr. kg N), da den i dag er begrænset af N-normerne.
- For køling er det antaget, at der kan opnås en energiudnyttelse på 25 %. Såfremt der kan opnås en udnyttelse på 100 % øger det gevinsten til ca. 60 kr. pr. kg N.
- De økonomiske analyser er i de fleste tilfælde baseret på de forudsætninger, der er angivet i BAT byggeblade. I andre tilfælde markeret med 1) er den økonomiske opgørelse baseret på rapport fra teknisk arbejdsgruppe forud for VMPIII om teknologiske løsninger (Christensen *et al.*, 2003).

(\*): ikke afprøvet i Danmark

(\*\*): ingen reduktion vist ved danske målinger

### **3.4 Lagre, behandling og energifremstilling**

En bæredygtig og miljøeffektiv lagring og behandling af husdyrgødning skal forebygge ammoniak- og lugtemission og samtidig sikre, at gødningens indhold af plantetilgængelige næringsstoffer, kulstof og energi udnyttes optimalt uden tab til miljøet. Endvidere indeholder husdyrgødning en betydelig mængde energirige kulstofforbindelser, der kan udnyttes til el- og varmeproduktion.

I bilag 3.4.1.- 3.4.4. beskrives 4 kerne-teknologier:

- Overdækning af lagre
- Separering af gylle
- Iltning, ozon- og oxidationsbehandling
- Energifremstilling.

#### **3.4.1 Overdækning af lagre**

Siden 1998 har der været krav om overdækning af gyllebeholdere, og derfor findes der i dag afprøvede og godkendte teknologier, der minimerer emission af ammoniak, drivhusgasser og lugt. Fast overdækning reducerer ammoniaktabet med >90 % og begrænser lugtgenerne til dage, hvor gylletankene omrøres i forbindelse med tømning, men den faste overdækning er en meget dyr løsning. Samme effekt opnås med tætsluttende flydelag, men der er dog fortsat udbredte problemer på svinebedrifter med at sikre, at flydelaget (f.eks. halm) dækker hele beholderen. Udfordringen er p.t. at udvikle og implementere nye billige og effektive løsninger.

Beregninger har vist, at overdækning af faste husdyrgødningsstakke er økonomisk lønsom, idet omkostningerne til overdækningsmateriale er lavere end værdien af den mængde kvælstof, der fastholdes i stakken. Der kan imidlertid være driftsmæssige problemer med etablering og vedligehold af overdækning af faste husdyrgødningsstakke. For at reducere emissionen af klimagasser (metan) kan det overvejes at anvende lufttæt overdækning, som der anvendes i forbindelse med biogasanlæg.

#### **3.4.2 Separering af gylle**

Ved separering opdeles gyllen i en fiberfraktion og en eller flere væskefraktioner. Fiberfraktionen har typisk et højt indhold af fosfor og organisk kvælstof, mens væskefraktionerne har et lille indhold af fosfor og organisk kvælstof. Den primære fordel ved gylleseparering er, at behandlingen gør det økonomisk muligt at transportere fiberfraktionen over større afstande, dvs. det er muligt at transportere fosfor og kvælstof fra en husdyrproduktion med overskud til ejendomme med behov for fosfor og kvælstof i planteproduktionen. Formålet er således en bedre omfordeling af fosfor, idet separering ikke i sig selv betyder en større udnyttelse af kvælstoffet end i udgangssituationen.

Fiberfraktionen fra separeret gylle kan endvidere udnyttes til energiproduktion i biogas- eller forbrændingsanlæg. Væskefraktionen kan tildeles planter direkte, men på sigt vil næringsstofferne i væskefraktionen kunne forarbejdes til en form og sammensætning, der er tilpasset afgrøders behov for næringsstoffer, uden at der skal tildeles handelsgødning.

Der findes en række teknologier til separation af gylle. Fra simple lavteknologiske anlæg, hvor der sker en meget begrænset opkoncentrering, til højteknologiske anlæg med en fuldstændig opkoncentrering af gyllen til vand, næringsstofkoncentrater og en fiberfraktion. Følgende teknologier er afprøvet eller under udvikling:

- Sigte, filtre eller sibånd
- Skruepresse

- Dekanter centrifuge
- Kemisk fældning
- Stripning (uddrivning) af ammoniak
- Inddampning af gylle
- Membranteknologi herunder omvendt osmose

Flere af de nævnte teknologier er afprøvet og fungerer i praksis, dog har det indtil videre været vanskeligt at få membranteknologierne til at fungere over længere perioder. Alle teknologier kan benyttes til både kvæg- og svinegylle. Nogle af teknikkerne fungerer bedst i serie, som f.eks. stripning af ammoniak, hvor det som regel er nødvendigt med forudgående fraseparering af fibre og partikler for at undgå tilstopning af "stripperen".

Kemisk separation af gylle er et supplement til ovenstående teknologier. Indledende forsøg har vist, at kemisk separation med koagulanter og flokkulanter (additiver) kan være et økonomisk attraktivt alternativ til mekanisk separation af gylle uden tilsætning af additiver (Møller *et al.*, 2000).

En afgørende fordel ved udbringning af væskefraktionen fra separeret gylle er, at den hurtigt infiltreres i jorden, hvilket reducerer emissioner af ammoniak og lugt under udbringning betydeligt. Til gengæld er der risiko for en generelt større lugtbelastning omkring selve separeringsanlægget, med mindre dette er indkapslet.

### **3.4.3 Iltning, ozon- og oxidationsbehandling**

Iltning af gylle er en behandling, hvor gyllens tilstand ændres fra et anaerobt til et aerobt miljø. Ændringen fører til en øget omsætning af tørstoffet, hvorved organisk bundet kvælstof mineraliseres og oxideres til ikke-flygtigt nitrit og nitrat. Endvidere kan der ske en nedbrydning af lugtstoffer ved oxidation. Ved behandlingens ophør ændres miljøet i gyllen gradvist tilbage til anaerob tilstand med mulighed for denitrifikation (reduktion af nitrit og nitrat til lattergas og frit kvælstof) og andre reductive mikrobielle processer (dannelse af lugtstoffer). Iltning af gylle er forbundet med stort energiforbrug til massetransport af atmosfærisk ilt til gyllen, ligesom der er meget stor risiko for ammoniaktab ved behandlingen. Ozon- og oxidationsbehandling er under udvikling, og derfor er viden om energiforbrug mm. begrænset.

### **3.4.4 Energifremstilling**

Ved bioforgasning af gylle eller fiberfraktionen fra separeret gylle omsættes organiske forbindelser gennem anaerobe processer til metan, som kan udnyttes til produktion af el og varme. Kombineres bioforgasning med separation reduceres den potentielle emission af ammoniak under udbringning betydeligt. I biogasprocessen sker der en nedbrydning af lugtstoffer, hvad der giver nedsat risiko for lugtgener under den efterfølgende lagring og udbringning. Endvidere reduceres gyllens tørstofindhold og viskositet, dvs. at den hurtigere infiltreres i jorden, hvad der begrænser emissionen af ammoniak og lugt under udbringning. Der sker dog en stigning i gyllens pH ved bioforgasningen, hvilket kan betyde en øget omdannelse til ammoniak.

Afgasning af gylle har en signifikant positiv miljøeffekt, idet biogasanlæg producerer CO<sub>2</sub>-neutral energi og samtidig reducerer risikoen for metan og lattergasudledning fra husdyrgødning.

Der er ikke de seneste 5 år blevet etableret nye biogafællesanlæg. Dette skyldes bl.a.:

- Det er blevet sværere at finde egnede placeringer for anlæg (naboer frygter lugt)
- Økonomien i anlæggene er forringet, da tilskuddet er reduceret

Det forventes, at fremtidige biogasanlæg i højere grad end tidligere vil skulle klare sig med energiafgrøder og husdyrgødning. De anvendte biprodukter har haft til opgave at øge gasproduktionen i biogasanlæg. Opgaven bliver at fastholde gasproduktionen, samtidig med at andelen af biprodukter reduceres. Ved en lavere gasproduktion er biogasanlæggene ikke økonomiske rentable (Nielsen *et al.*, 2002).

En anden af barriererne for en større udbredelse af separering eller bioforgasning og efterfølgende separering er manglende afsætningsmuligheder af fiberfraktionen. En mulighed er at afbrænde fiberfraktionen i en proces, hvor organisk stof oxideres til kuldioxid, hvorved der produceres varme, som kan anvendes til el-produktion eller i fjernvarmeanlæg. En anden mulighed er termisk forgasning af fiberfraktionen, hvor det organiske stof opvarmes under iltfrie forhold, hvorved der udvikles gas, der kan anvendes til el- og varmeproduktion.

Afbrænding og termisk forgasning af fiberfraktionen fra gylleseparation vil ligeledes bidrage til at reducere drivhusgasemissionen. En sideeffekt, der endnu ikke er tilstrækkeligt undersøgt, er risikoen for dannelse og udledning af miljøforurenende forbindelser, herunder bl.a. NO<sub>x</sub>. Endvidere kan afbrændingsasken med fosfor og kalium vise sig at have lav gødningsværdi, idet bl.a. fosfor må forventes at være bundet i svært tilgængelige forbindelser, hvis behandlingen ikke udvikles med henblik på at sikre en høj gødningsværdi af asken/slaggen.

Ved afbrænding sker der et tab af kvælstof, der kan reduceres ved at uddrive og opsamle ammonium og letomsætteligt kvælstof ved en forbehandling. Kompostering ville være en teknologi, der bidrager til at reducere volumen og mængde af fiberfraktionen. Ulempen er, at der tabes kvælstof i form af udledning af reducerede og oxiderede kvælstofgasser.

Der er drifts- og samfundsøkonomiske fordele ved afbrænding, såfremt afbrændingen sker i store anlæg. Vælges små anlæg, vil investeringer i filtre m.m. gøre investeringen urentabel, medmindre den, der afleverer fiberfraktionerne, betaler et gebyr. (Personlig meddelelse J. Christensen, 2005, Fødevareministeriet; Hjort-Gregersen & Christensen, 2005). Det er endvidere en forudsætning, at de nuværende afgifter (affalds- og affaldsvarmeafgift) på afbrænding af affald fjernes for husdyrgødning. Potentialet for udnyttelsen af varmen skal undersøges nærmere, før potentialet for afbrænding kan angives.

### **3.4.5 Drivhusgasser**

Miljøministeriet har opgjort landbrugets udledning af drivhusgasser til 18 % af den samlede udledning af drivhusgasser i Danmark (Olesen, 2005). Af landbrugets udledninger bidrager husdyrgødningen med godt en femtedel (Olesen *et al.*, 2001; Fenhann, 1999).

De primære kilder til drivhusgasemission fra husdyrproduktionen er metan fra husdyrenes fordøjelsessystem samt metan og lattergas fra gødningen. Husdyr, specielt drøvtyggere, producerer som nævnt betydelige mængder metan i forbindelse med deres fordøjelse af organisk stof, men husdyr udskiller også fæces og urin, der indeholder meget aktive puljer af organisk bundne og opløste næringsstoffer. Disse puljers omsætning i stald og under lagring, eventuelt iblandet strøelse, kan give anledning til gasformige tab af bl.a. metan og lattergas, hvis 'drivhuseffekt'<sup>1</sup> er hhv. 21 og 310 gange højere end effekten af CO<sub>2</sub> (Houghton *et al.*, 2001). Ammoniak er også vigtig i

---

<sup>1</sup> Drivhuseffekten opgøres for en given tidshorisont, her 100 år.

forbindelse med drivhusgasregnskabet, idet ammoniak er en indirekte kilde til lattergasproduktion (IPCC, 1997).

De vigtigste betingelser for produktion og forbrug af metan og lattergas i lagre af husdyrgødning er vist i nedenstående tabel. Metan dannes under strengt iltfrie (anaerobe) forhold. Nedbrydning af metan i flydelaget kan ske gennem mikrobiel oxidation, men betydningen af denne proces er endnu sparsomt belyst. Lattergas produceres ved flere mikrobielle processer; fælles for dem er, at dannelsen af lattergas stimuleres under iltfattige, men ikke helt iltfrie forhold, men også andre faktorer kan fremprovokere lattergasdannelse. En række forhold bestemmer, hvorvidt metan og lattergas fra husdyrgødning slipper ud i atmosfæren. Blandt disse er beluftningen (luftskiftet og dermed iltforsyningen) en central parameter.

Nedenstående tabel viser en oversigt over betingelser som fremmer hhv. produktion og forbrug af metan og lattergas i forbindelse med lagring af husdyrgødning.

Proces	Betingelser som fremmer proces	Kilder
Metanproduktion	Iltfrit, nitrattfrit, neutralt Ph	Gylle, kompakt fast gødning
Metanforbrug	Iltet miljø	Flydelag
Lattergasproduktion	Iltfattigt, nitrit, lavt pH	Flydelag, fast gødning
Lattergasforbrug	Iltfrit, nitratbegrænsning	Iltfrie dele af gødning

Der er gennemført relativt få undersøgelser af drivhusgasemissioner fra forskellige staldsystemer og systemer til håndtering af husdyrgødning, og de eksperimentelle data er behæftet med stor usikkerhed på grund af måletekniske problemer, såvel som stor naturlig variation. På baggrund af den tilgængelige litteratur kan drages følgende konklusioner:

- Strukturudviklingen fører til færre staldsystemer med fast staldgødning og ajle og flere med gylle. Det kan bidrage til at reducere emissionen af lattergas, men kan samtidig bidrage til at øge emissionen af metan.
- Desuden kan en række tiltag til reduktion af ammoniakfordampningen som en sideeffekt føre til lavere drivhusgasemissioner. For lattergas dog kun i det omfang, det mindskede ammoniaktab reducerer det samlede forbrug af kvælstof.

Indførsel af nye teknologiske tiltag til begrænsning af ammoniakfordampning, herunder køling, hyppigere udslusning af gylle fra stald til lager, samt etablering af flydelag og tag på gyllebeholdere, forventes at reducere drivhusgasemissionen (Sommer *et al.*, 2004). De samfundsmæssige omkostninger ved de nye teknologiske tiltag modsvarer således af en reduktion i emissionen af både ammoniak og drivhusgasser. Øget biogasbehandling af gylle vurderes ligeledes at kunne reducere metanemissionen fra lagret husdyrgødning. Potentialitet for metanoxidation i flydelag ved kombination med fast overdækning er endnu uafklaret. Separering af gylle producerer en tørstoffraktion, der har et højere potentiale for lattergasproduktion sammenlignet med ikke separeret gylle. Separering af gylle kan derfor øge potentialitet for lattergasemission. Beluftning af gylle, som påvirker iltforholdene i gylle, kan ligeledes forøge potentialitet for lattergasemission fra gyllelagre, ligesom der er potentialitet for produktion af drivhusgassen lattergas i forbindelse med luftrensning med biologiske filtre.

**Tabel 3.4** Miljøteknologi til lagring, behandling og energifremstilling. Sammendrag af bilag 3.4.1.- 3.4.4.

	Status	Miljøeffektivitet				Effekt på arbejdsmiljø	Driftskrav	Produktionsomkostning	
		Ammoniak (% redu.)	Lugt (% redu.)	Drivhusgas (% redu.)	Energi- forbrug			Kr./tons	Kr./kg NH <sub>3</sub> -N
<b>Overdækning af lagre</b>									
1. Fast overdækning/ gyllebeholder	Kommercielt tilgængelig	ca. 50	?	?*	Neutral	?	Ingen	140-150	140-150
2. Fleksibel overdækning med flydebrikker af plast	Kommercielt tilgængelig	<10	?	?	Neutral	?	?	?	
3. Permeable membraner til gyllelaguner	Kommercielt tilgængelig	<10	?	?	Neutral	?	?	?	
4. Kompostdug eller lufttæt membran /kompost	Kommercielt tilgængelig	<10	?	?	Neutral	?	?	?	
<b>Separering**</b>									
5. Sigte, filtre eller sibånd	Kommercielt tilgængelig	25	?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring	10-15 Farmtest	
6. Skruepresse			?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring		
7. Dekanter centrifuge			?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring		
8. Kemisk fældning			?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring		
9. Stripning af ammoniak			?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring		
10. Inddampning af gylle			?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring		
11. Membranteknologi			?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring		
<b>Iltning og ozonbehandling</b>									
12. Beluftning af gylletank	Kommercielt tilgængelig		?	?	Stiger	?	Ingen		
13. Tilsætning af ozon til fortank og/eller gylletank	Pilot/forsøgsanlæg		?	?	Stiger	Krav	Overvågning og styring		
14. Tilsætning af andre oxidationsmidler	Pilot/forsøgsanlæg		?	?	?	?	Overvågning og styring		
<b>Energifremstilling</b>									
15. Afgasning af gylle	Kommercielt tilgængelig		?	?	Reduceres	Krav	Overvågning og styring	Ca. 0 ?	
16. Afbrænding af fiberfraktionen	Under udvikling		?	?	Reduceres	Krav	Overvågning og styring		
17. Termisk forgasning	Under udvikling		?	?	Reduceres	Krav	Overvågning og styring		

Teknologierne er i tabellen opdelt i følgende kategorier: Status, hvor niveauet går fra under udvikling → pilot/forsøgsanlæg → kommercielt tilgængeligt. Staldtype angiver, hvilke staldtyper teknologien er beregnet til. Miljøeffektiviteten angiver den procentvise reduktion med hensyn til hhv. ammoniak, lugt og drivhusgas, idet reference-situationen er den aktuelle regulering, som forudsætter, at gyllelagret har et effektivt flydelag eller anden overdækning. Energiforbruget er angivet som neutralt, reduceres eller stiger. Teknologiens påvirkning af dyrevelfærden og effekt på arbejdsmiljøet er angivet som neutral, positiv eller krav, hvilket angiver at det er nødvendigt at foretage visse foranstaltning i forbindelse med teknologien. Driftskrav til teknologien er angivet som 'Ingen' eller 'Overvågning og styring'.

Produktionsomkostningerne angiver omkostninger pr. dyreenhed samt pr. miljøenhed, hvor disse oplysninger findes. For dyreenheder (DE) gælder følgende omregningsfaktorer: 0,85 malkeko (tung race) til 1 DE, 35 slagtesvin til 1 DE og 4,3 søer til 1 DE. For flere omregningsfaktorer og detaljer se Bekendtgørelse om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v. For alle kategorier gælder, at hvor der ingen eller modstridende information er, er sat et spørgsmålstegn.

\* Lagret kvæggylle vil normalt danne et naturligt flydelag. Det er tidligere skønnet, at metanudledningen fra lagre med kvæggylle kan reduceres med 20% ved etablering af fast overdækning (Hansen *et al.*, 2004).

\*\* Separeringsteknologier kan bidrage til ammoniaktabsreduktion ved udbringning af gødningen. Effekten kan estimeres ved studier af hele systemet (tab ved separering, lagring af to til flere fraktioner, udbringning af to til flere fraktioner). Separering af gylle er en teknologi, der bidrager til harmoni se Bilag 3.4.2. Separering af gylle.



### **3.5 Transport og udbringning**

I forbindelse med transport og udbringning af husdyrgødning er der stor risiko for emission af ammoniak og lugt. Miljøeffektiv transport og udbringning af husdyrgødning er derfor afgørende for minimalt tab af næringsstoffer, og generelt for landbrugserhvervets udvikling og image.

I bilag 3.5.1. – 3.5.2. beskrives 2 kerneteknologier

- Gylletransportsystemer
- Gylleudbringsteknologier

#### **3.5.1 Gylletransportsystemer**

Der transporteres ca. 27 millioner tons gylle fra lagre til marker om året i Danmark, hvilket svarer til omkring 1 mil. vognlæs og ca. 2 mil. kørte km. Hovedparten transporteres med gyllevogn eller lastbil fra lagre til marker. P.t. transporteres en mindre del af gyllemængden fra lagre til decentrale lagre i marken eller til biogasanlæg med lastbil.

Et alternativ til transport med gyllevogne, der ofte skaber konflikter med naboer og trafikanter pga. lav hastighed, tilsvining af vejen, dryppende slæbeslanger, lugtgener m.m., er pumpning af gylle fra lager til marken eller biogasanlæg via rør.

Transport i rør til hydranter eller mindre marklagre (f.eks. buffertank ved markkant) kan kombineres med selvkørende udlæggermaskiner i fastliggende kørespor, der begrænser skaderne på jorden, og samtidig muliggør udbringning tidligt om foråret, hvor det er optimalt for afgrøden at udnytte næringsstofferne. Er gyllesprederen ubemandet, kan gyllen evt. udbringes om natten, hvorved ammoniaktabet reduceres med 50-60 % i forhold til udkørsel om dagen, og samtidig mindskes lugtgenerne. Et sådant system er dog kun rentabelt for store enheder eller maskinstationer, der tilbyder en sådan ydelse.

#### **3.5.2 Gylleudbringningsteknologier**

I forbindelse med konventionel udbringning af gylle kan der ske en betydelig emission af ammoniak og lugt. Emissionen er afhængig af gødningstype, klimatiske forhold, udbringningstidspunkt samt håndterings- og udbringningsteknologi. Emissionen afhænger endvidere af gødningens fysiske og kemiske sammensætning og af gødningens overfladeareal efter udbringningen. Emissionen kan derfor begrænses ved at ændre gødningens sammensætning, samt ved at benytte optimal udbringningsteknologi. Udbringning i bånd (slæbeslangeudlægning) og specielt indarbejdning i jordfasen (nedfældning) begrænser emissionen, men kan samtidig have uheldige indvirkninger i form af højere energiforbrug, lav kapacitet, skader på afgrøde og højere potentiale for drivhusgasemission.

Ca. 68 % af gyllen udbringes i dag med slæbeslanger, mens den resterende mængde nedfældes. Nedfældning af gylle begrænser ammoniakfordampningen. Størst reduktion opnås ved sortjordsnedfældning, som udenlandske undersøgelser har vist kan reducere ammoniakfordampningen med mere end 90 % sammenlignet med slæbeslangeudlægning. Nedfældning i afgrøder, som sker i åbne render, fører til en lavere reduktion af ammoniakfordampningen. Danske og udenlandske undersøgelser har fundet, at nedfældning i græs begrænser ammoniakemissionen med mellem 20 og 75 % sammenlignet med slæbeslangeudlægning.

Ammoniakfordampningen efter udbringning afhænger i høj grad af udbringningstidspunkt, henlægnings tid før nedmuldning og om udbringningen sker på bar jord eller i en etableret afgrøde. Tabet afhænger dog også af, hvornår på året gyllen bringes ud. Udbringes gyllen på bar jord stiger ammoniakfordampningen med stigende temperaturer. Da gylle ikke kan nedmuldes i en afgrøde er ammoniakfordampningen generelt højere fra gylle, der udbringes i en etableret afgrøde, end fra gylle der udbringes på bar jord, men efter, at afgrøden begynder at vokse i april måned, vil afgrøden give skygge og læ, hvilket sænker ammoniakfordampningen.

Det vurderes, at nedfældning af gylle i foråret på sandjord giver en økonomisk gevinst, mens nedfældning i vinterafgrøder og på lerjord medfører en meromkostning (Jacobsen *et al.*, 2002).

**Tabel 3.5** Miljøteknologi til transport og udbringning af husdyrgødning. Sammendrag af bilag 3.5.1.- 3.5.2.

	Status	Miljøeffektivitet				Effekt på arbejdsmiljø	Driftskrav	Produktionsomkostning	
		Ammoniak (% redu.)	Lugt (% redu.)	Drivhusgas (% redu.)	Energi- forbrug			Kr./tons gylle	Kr./kg N
<b>Gylletransportsystemer<sup>1</sup></b>									
1. Lastbiltransport	Kommercielt tilgængelig	0	?	?	-	Positiv	Ingen	17-160 Rentabel >40000 t	
2. Rørsystemer	Kommercielt tilgængelig	0	?	?	Neutral	Positiv	Overvågning og styring		
<b>Gylleudbringsteknologi<sup>2</sup></b>									
3. Forsuret gylle <sup>3</sup>	Kommercielt tilgængelig	45-65	?	Neutral	Neutral	Neutral	Ingen	?	
4. Sortjordsnedfældning <sup>4</sup>	Kommercielt tilgængelig	90	?	?	Stiger	Neutral		—9	
5. Nedfældning i afgrøder <sup>4</sup>	Kommercielt tilgængelig	35	?	?	Stiger	Neutral		6	

Teknologierne er i tabellen opdelt i følgende kategorier: Status, hvor niveauet går fra under udvikling → pilot/forsøgsanlæg → kommercielt tilgængeligt. Staldtype angiver, hvilke stalddtyper teknologien er beregnet til. Miljøeffektiviteten angiver den procentvise reduktion i forhold til hhv. ammoniak, lugt og drivhusgas. Energiforbruget er angivet som neutralt, reduceres eller stiger. Teknologiens påvirkning af dyrevelfærden og effekt på arbejdsmiljøet er angivet som neutral, positiv eller krav, hvilket angiver at det er nødvendigt at foretage visse foranstaltning i forbindelse med teknologien. Driftskrav til teknologien er angivet som 'Ingen' eller 'Overvågning og styring'. Produktionsomkostningerne angiver omkostninger pr. dyreenhed samt pr. miljøenhed, hvor disse oplysninger findes. For dyreenheder (DE) gælder følgende omregningsfaktorer: 0,8 malkeko (tung race) til 1 DE, 35 slagtesvin til 1 DE og 4,3 søer til 1 DE. For flere omregningsfaktorer og detaljer se Bekendtgørelse om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v. For alle kategorier gælder, at hvor der ingen eller modstridende information er, er sat et spørgsmålstegn.

1) Basismetode og sammenligningsgrundlag er traditionel transport med gyllevogne

2) Basismetode og sammenligningsgrundlag er udlægning med slæbeslanger

3) Ved forsuret gylle inddrages også de gevinster, der er opnået i stalden. Det antages, at den ekstra mængde N erstatter indkøb af handelsgødning (4 kr. pr. kg N). Såfremt der kan tildeles en øget mængde N vil værdien for landmanden være større, men omvendt vil der være en risiko for, at en del udvaskes, selvom mere optages af planterne.

4) Det er beregnet, at der er en gevinst ved at nedfælde gylle som følge af placeringseffekten. Det antages, at meromkostningen ved nedfældning er 4 kr. pr. tons på sort jord og 6 kr. pr. tons i afgrøder. Der tildeles 30 tons i hvede og vinterbyg, og 40 tons i majs (Jacobsen *et al.*, 2002).

### 3.6 Kædebetrægtninger og samlet vurdering

Opfyldelse af samfundets forventninger til landbrugets implementering af miljøteknologier afhænger af en række faktorer, såsom ressourceudnyttelse og den direkte miljøpåvirkning. I tidens løb har adskillige forskningsindsatser fokuseret på udvalgte elementer i anvendelsen af nye teknologier i relation til ressourceforbrug og miljøpåvirkning. Imidlertid har der kun været begrænsede bestræbelser på at udvikle metodikker til en overordnet procesorienteret analyse af konsekvenserne ved at introducere nye teknologier i landbruget (Demont *et al.*, 2001; Sørensen *et al.*, 2005). Et af problemerne er, at en sådan analyse kan være kompleks, hvor f.eks. en forbedring i et led i proceskæden kan medføre forringelser et andet sted i kæden. Vanskelighederne til trods er det dog afgørende, at en system- og procesorienteret vurdering benyttes ved en økonomisk og miljømæssig bæredygtigt valg af teknologiplatform og anvendelse af miljøteknologier.

En systemanalyse anvender metoder som værdikædebetrægtninger og livscyklusanalyser som væsentlige elementer. Værdikædebetrægtninger fokuserer på den vertikale integration af produktionsprocesser, og dermed de aggregerede effekter af f.eks. miljøpåvirkning og ressourceforbrug i de enkelte procestrin. Som værktøj ved vurdering af miljøeffekter anvendes livscyklusanalyser, hvor den miljømæssige påvirkning i forbindelse med den totale livscyklus af de indsatte ressourcer (fra udvinding til bortskaffelse af produkter og services) opgøres per mængde af produkt (f.eks. per produceret kg svinekød).

Et typisk eksempel på anvendelsen af systemtankegangen som et modelværktøj og et redskab til at opstille alternativer og strategier for nye miljøteknologier, er ved vurderinger af nye teknologier og kombinationer af nye teknologier ved håndtering af husdyrgødning, hvor det er afgørende at se på hele kæden fra foder til jord. Det gælder således, at såfremt mere af kvælstoffet fastholdes i stalden, vil der typisk skulle gøres en større indsats for at fastholde det ved udbringning. Under visse forhold kan disse systembetrægtninger give viden, som ikke er oplagt, når teknologierne blot præsenteres enkeltvis. F.eks. har analyser af kædebetrægtninger omfattende fast og flydende fraktion fra dekanterseparation vist, at udbringnings- og lageromkostningerne for de to fraktioner bliver dyrere end for rågylle, samt at kvælstoftabet i lageret er større og den samlede udnyttelse af N ikke er større ved separering (Jacobsen *et al.*, 2002).

Anvendelsen af livscyklusanalyser giver samtidig grundlaget for den såkaldte produktorienterede miljøindsats, hvor den miljømæssige påvirkning evalueres i forhold til den aktuelle produktion af et givet produkt. Den produktorienterede tilgang er et relativt nyt koncept i miljøproblematikken, hvor fokus flyttes fra den individuelle miljømæssige effekt til den overordnede system- og proceseffektivitet og de interaktioner, som forårsager de miljømæssige påvirkninger. En af de vigtige fordele ved den produktorienterede tilgang er, at de forskellige miljøeffekter ses i kombination, således at de forannævnte problemer med modsatrettede effekter i proceskæden ved introduktionen af specifikke miljøtiltag kan håndteres. Sigtet er at optimere miljøpåvirkningen per produkt og således undgå, at der forekommer suboptimeringer såvel mellem forskellige processer i livscyklusen af et produkt, mellem substituerbare produkter eller forskellige former for teknologi (Wiedema *et al.*, 2002; Audsley *et al.*, 2004). På den måde bliver den produktorienterede strategi et vigtigt værktøj for beslutningsstøtte i forbindelse med kædebetrægtninger, overordnet proceseffektivitet og reel reduktion af miljøpåvirkninger. Korrekt anvendt vil der kunne tilvejebringes viden og modeller, der kan benyttes til at identificere, hvor i produkternes proceskæde de mest miljøbelastende processer forekommer, samt at rangordne produkter med hensyn til miljøpåvirkning.

### **3.6.1. Formulering af scenarier**

Evaluerende og valg af forskellige miljøteknologier involverer brugen af komparative analyser integreret med parameteriserede systemmodeller. Det er en progressiv og transparent måde at arbejde med konflikter mellem forskellige miljømål i en samlet produktionsproces (Alcarmo, 2001; van der Schilden, 2003). I et eksempel med teknologier for håndtering af husdyrgødning er første skridt at definere relevante miljømål og systemafgrænse et relevant produktionssystem, som f.eks. kunne være en svineproduktion. Næste skridt er at parameterisere systemmodeller relateret til forudsætninger omkring input-output relationer for de forskellige procestrin, bedriftsstørrelser, valgte teknologier m.m.. Kombinationerne af systemmodeller danner scenarier, der kan gøres til genstand for analyser af ressourceforbrug, miljøpåvirkning m.m. I figur 1 er vist et eksempel på fremgangsmåden ved komparative analyser af forskellige og potentielle miljøteknologier i forbindelse med omsætningskæden for husdyrgødning.

### **3.6.2. Eksempler på vurdering af miljøeffekt af kombination af teknologier**

I figur 2 og 3 er vist to eksempler på effekten af kombinationen af flere teknologier på  $\text{NH}_3\text{-N}$  tab fra stald, lager og mark ved hjælp af ligninger 1-14 under de antagelser, der er angivet i beskrivelsen af ligningerne. I eksemplerne er der valgt teknologier som

- forventes at have en positiv effekt på både  $\text{NH}_3\text{-N}$  tab og lugtemission
- er kommercielt tilgængelige
- er tæt på at være omkostningsneutrale
- ikke stiller særlige krav til arbejdsmiljø eller drift
- ikke påvirker dyrevelfærd.

Det samlede ammoniaktab fra stald, lager og mark er summeret med ligning 1 og data fra DMUs årlige emissionsopgørelse for den samlede emission af ammoniak i 2004:

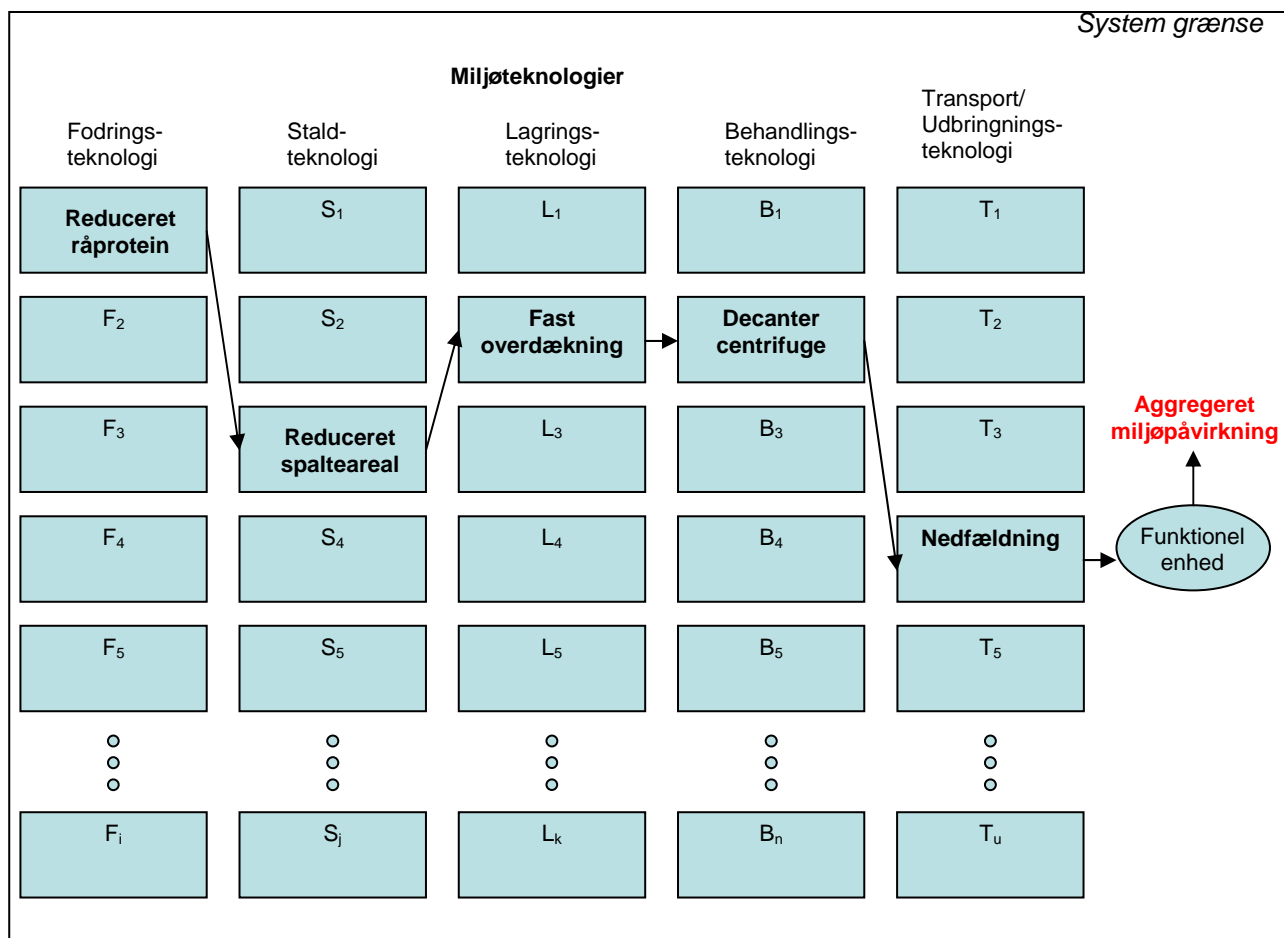
1.  $\text{NH}_3\text{-N Tab (2004)} = \sum \text{Stalddtab}_{h,g}, \text{Lagertab}_{h,g}, \text{Marktab}_{h,g} / \text{år};$  hvor  $h$  er husdyrkategori og  $g$  er gødningstype.

Det totale antal Kvæg-DE og Svin-DE var i 2004 henholdsvis 925.675 og 1.079.111 (Danmarks Statistik, Statistisk Årbog 2005). Ammoniaktabet fra henholdsvis stald, lager og mark for en svine- og kvægbesætning på 500 DE er beregnet med følgende ligninger:

2.  $\text{S-tab}_{\text{svin}} = \sum ((\text{Stalddtab}_{\text{svin},g} / 1.079.111) \cdot 500)$
3.  $\text{L-tab}_{\text{svin}} = \sum ((\text{Lagertab}_{\text{svin},g} / 1.079.111) \cdot 500)$
4.  $\text{M-tab}_{\text{svin}} = \sum ((\text{Marktab}_{\text{svin},g} / 1.079.111) \cdot 500)$

og for kvæg med følgende ligninger:

5.  $\text{S-tab}_{\text{kvæg}} = \sum ((\text{Stalddtab}_{\text{kvæg},g} / 925.675) \cdot 500)$
6.  $\text{L-tab}_{\text{kvæg}} = \sum ((\text{Lagertab}_{\text{kvæg},g} / 925.675) \cdot 500)$
7.  $\text{M-tab}_{\text{kvæg}} = \sum ((\text{Marktab}_{\text{kvæg},g} / 925.675) \cdot 500)$



**Figur 1.** Principskitse for systemanalyse vedr. omsætningskæden for husdyrgødning ved anvendelse af forskellige teknologier.  $F_j$ ,  $S_j$ ,  $L_k$ ,  $B_n$ ,  $T_u$ , angiver mulige teknologier inden for de enkelte procesled. Hver teknologipart evalueres ved en livscyklusanalyse og de aggregerede miljøeffekter udledes for den valgte proceskæde  $F_1 + S_3 + L_2 + B_2 + T_4$ . Den funktionelle enhed kan være kg produceret produkt, eller f.eks. pr. DE som i det efterfølgende eksempel

Det samlede  $\text{NH}_3\text{-N}$  tab for en svine- og kvægbesætning på 500 DE med de miljøteknologier, der var i anvendelse i 2004, er beregnet med følgende ligninger:

$$8. \mathbf{B-tab}_{\text{svin}} = \sum (\mathbf{S-tab}_{\text{svin}}; \mathbf{L-tab}_{\text{svin}}; \mathbf{M-tab}_{\text{svin}})$$

$$9. \mathbf{B-tab}_{\text{kvæg}} = \sum (\mathbf{S-tab}_{\text{kvæg}}; \mathbf{L-tab}_{\text{kvæg}}; \mathbf{M-tab}_{\text{kvæg}})$$

Hvis det antages, at den reducerende mængde N ved hjælp af f.eks. lavere råprotein og AAT og PBV ikke indgår i de efterfølgende N puljer, og antages det endvidere, at effekterne af miljøteknologierne angivet i tabel 3.2, 3.3, 3.4 og 3.5 er uafhængige, kan  $\text{NH}_3\text{-N}$  tabet fra henholdsvis stald, lager og mark med forskellige miljøteknologier beregnes med følgende ligninger:

$$10. \mathbf{S-tab}_{h,g,i,j} = \sum ((\mathbf{S-tab}_{h,g} \cdot F_i) + (\mathbf{S-tab}_{h,g} - (\mathbf{S-tab}_{h,g} \cdot F_i)) \cdot S_j)$$

hvor  $F_i$  er fodringsteknologi  $i$  og  $S_j$  er staldteknologi  $j$ .

$$11. \mathbf{L-tab}_{h,g,k} = \sum ((\mathbf{L-tab}_{h,g} - (\mathbf{L-tab}_{h,g} \cdot F_i)) \cdot L_k) + (((\mathbf{S-tab}_{h,g} - (\mathbf{S-tab}_{h,g} \cdot F_i)) \cdot S_j) \cdot 0.02) + ((\mathbf{L-tab}_{h,g} - (\mathbf{L-tab}_{h,g} \cdot F_i)) \cdot B_n);$$

hvor  $L_k$  er lagringsteknologi  $k$  og  $B_n$  er behandlingsteknologi  $n$ .

$$12. \mathbf{M-tab}_{h,g,u} = \sum ((\mathbf{M-tab}_{h,g} - (\mathbf{M-tab}_{h,g} \cdot F_i)) \cdot T_u)$$

hvor  $T_u$  er transport- og udbringningsteknologi  $u$

Ammoniaktabet fra en besætning  $\mathbf{B}$  på 500 DE svin eller kvæg og med anvendelse af en eller flere miljøteknologier er herefter beregnet med følgende ligninger:

$$13. \mathbf{B-tab}_{svin,i,j,k,n,u} = \mathbf{B-tab}_{svin} - \sum (\mathbf{S-tab}_{svin,i,j,k,n,u} \cdot \mathbf{L-tab}_{svin,i,j,k,n,u} \cdot \mathbf{M-tab}_{svin,i,j,k,n,u})$$

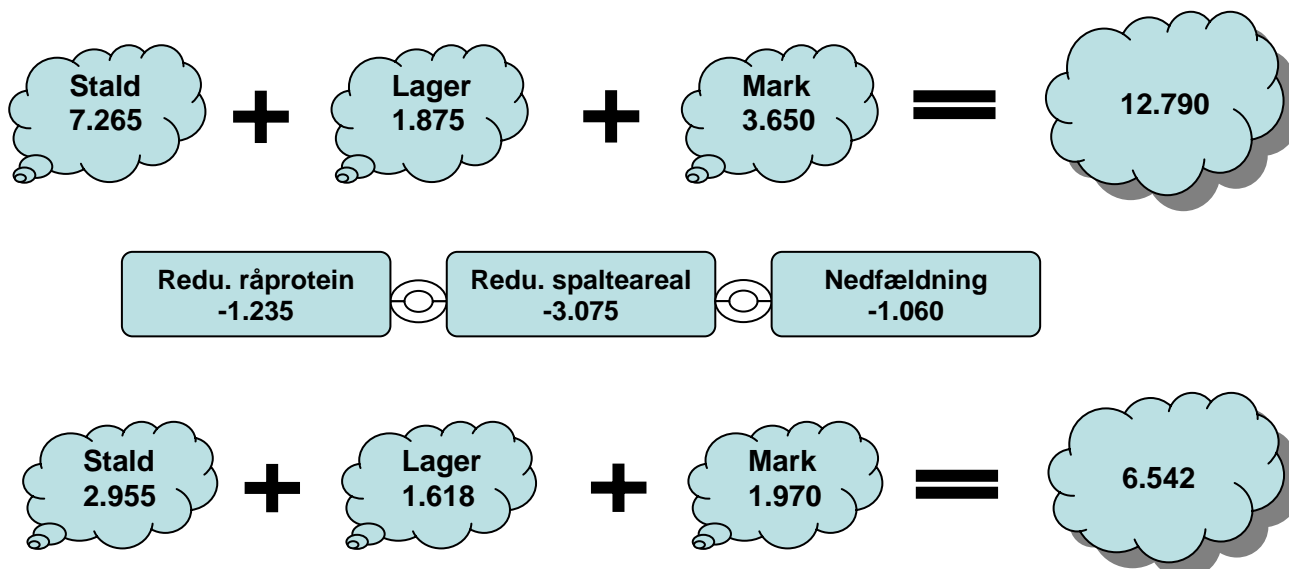
$$14. \mathbf{B-tab}_{kvæg,i,j,k,n,u} = \mathbf{B-tab}_{kvæg} - \sum (\mathbf{S-tab}_{kvæg,i,j,k,n,u} \cdot \mathbf{L-tab}_{kvæg,i,j,k,n,u} \cdot \mathbf{M-tab}_{kvæg,i,j,k,n,u})$$

I eksemplerne er der anvendt følgende gennemsnitlige miljøeffekter fra tabel 3.2., 3.3. og 3.5

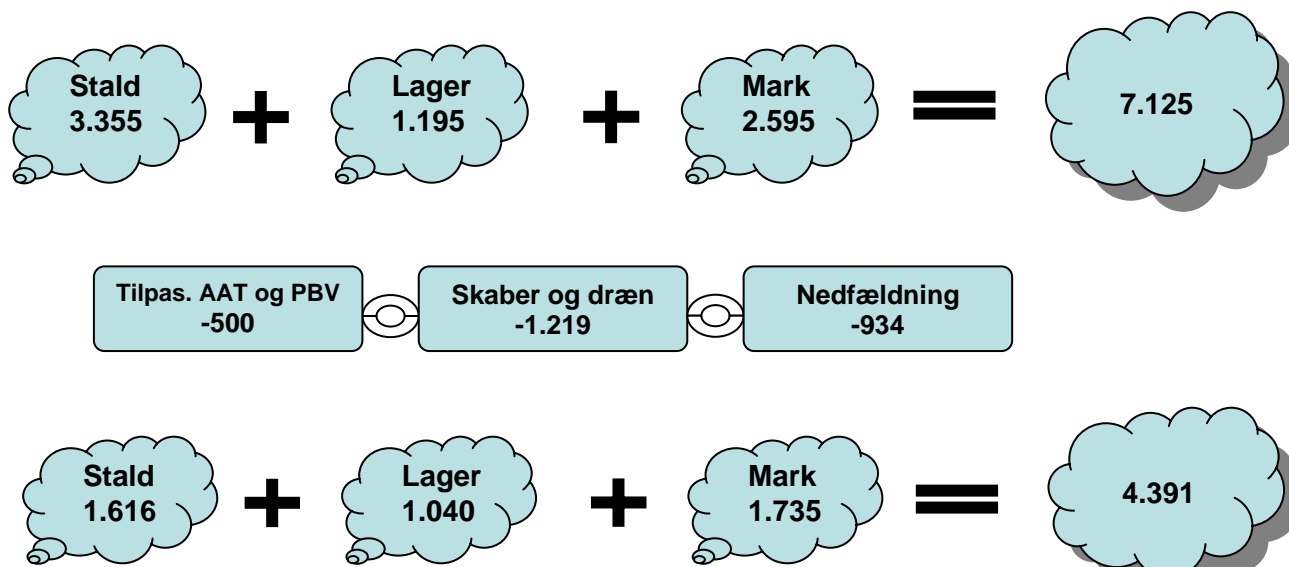
Kerneteknologi	Teknologi	% redu. NH <sub>3</sub> -N tab
$F_i$ (fodringsteknologi)	Redu. råprotein – svin	17
	Tilpas. AAT/PBV – kvæg	15
$S_j$ (staldteknologi)	Redu. spalteareal – svin	51
	Skraber + dræn – kvæg	43
$L_k$ (lagringsteknologi)	Konventionel	-
$B_n$ (behandlingsteknologi)	Ingen	-
$T_u$ (transport- og udbringningsteknologi)	Nedfældning i afgrøder	35

I eksemplerne er der opnået en samlet reduktion i NH<sub>3</sub>-N tab på 49% og 46% for henholdsvis en svine- og en kvægbesætning på 500 DE. Effekten på lugt- og drivhusgasemission er ikke beregnet, da der p.t. ikke findes robuste kvantitative metoder. Undersøgelser af reduceret spalteareal, skraber og dræn samt nedfældning af gylle er alle teknologier, der reducerer lugtdannelse og –emission. Andre teknologier som f.eks. forsuring af gylle har ingen lugtreducerende effekt.

I praksis varierer effekten af miljøteknologierne, og de påvirkes af andre faktorer. Med henblik på at understøtte en ensartet sagsbehandling og miljørådgivning er der behov for et værktøj, der skaber overblik over miljøeffekter af forskellige teknologier samt en standardiseret beregning af omkostninger. Værktøjet kunne være en udbygning af modellerne beskrevet i Skov og Naturstyrelsens rapport 'Status for værktøjer til vurdering af ammoniak fra landbrugsbedrifter' ([http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rappporter/568.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rappporter/568.pdf)) kombineret med data om indholdsstoffer i foder, ammoniakmålinger i afgangsluften fra stalde og under lagring og udbringning.



**Figur 2.** Eksempel på en samlet vurdering af miljøeffekten af flere teknologier til en slagtesvinebesætning på 500 DE. **Øverst:** Kg NH<sub>3</sub>-N tab fra henholdsvis stald, lager og mark med de miljøteknologier, der var i anvendelse i 2004. Tallene er beregnet ved hjælp af ligning 1-9 **Midten:** Effekten af miljøteknologier beregnet ved hjælp af ligningerne 10-12. **Nederst:** Kg NH<sub>3</sub>-N tab fra henholdsvis stald, lager og mark efter anvendelsen af miljøteknologier.



**Figur 3.** Eksempel på en samlet vurdering af miljøeffekten af flere teknologier til en stald m 500 DE køer. **Øverst:** Kg NH<sub>3</sub>-N tab fra henholdsvis stald, lager og mark med de miljøteknologier, der var i anvendelse i 2004. Tallene er beregnet ved hjælp af ligning 1-9 **Midten:** Effekten af miljøteknologier beregnet ved hjælp af ligningerne 10-12. **Nederst:** Kg NH<sub>3</sub>-N tab fra henholdsvis stald, lager og mark efter anvendelsen af miljøteknologier.



#### **4. Barrierer for ny teknologi og forslag til løsninger**

I de følgende afsnit diskuteres konkrete barrierer, mulige løsninger og incitamenter for implementering af teknologier indenfor fodring, stalde og gylleteknologier. De beskrevne barrierer har afsæt i den diskussion, der foregik på workshoppen om nye teknologier den 12. december 2005 hos Direktoratet for FødevareErhverv.

##### ***4.1. Landmænds implementering af teknologi***

Teknologi spiller en stadig større rolle for husdyrproduktionen, og vil fremadrettet være vigtig for at øge kvalitet, produktivitet, effektivitet og miljøvenlighed. Der er mange forhold involveret i den måde, landmanden tager beslutninger på, og hvordan landmænd implementerer ny teknologi. I det følgende afdækkes nogle af disse forhold ud fra hhv. et driftsøkonomisk og et landbrugssociologisk perspektiv.

Ud fra et driftsøkonomisk perspektiv er den hastighed, hvormed ny teknologi implementeres, meget afhængig af den enkelte teknologis potentielle gevinst og reversibilitet. Det er også vigtigt om gevinsten opnås på kort eller på længere sigt. Der er i Danmark tradition for en hurtig implementering af nye afgrødesorter m.m., bl.a. grundet det velorganiserede rådgivningssystem og det tætte samspil mellem anvendt forskning, rådgivningstjenesten og den enkelte landmand. Omvendt ved vi også, at metoder og arbejdsgange, der har fungeret godt over en periode, kun erstattes, hvis den enkelte føler sig overbevidst om, at de nye metoder er mere effektive. Her er det vigtigt at se teknologien i anvendelse hos en anden landmand, inden man selv træffer beslutningen. Også rådgivere kan her være tilbageholdende med anbefalinger om skift til nye teknologier, hvis de ikke er overbevidst om, at den nye metode eller teknologi er et fremskridt.

Hvis nye teknologier skal vinde større udbredelse, skal de også være enkle at arbejde med, så de kan indgå i den naturlige drift af produktionen på ejendommen. Endvidere skal de kunne bidrage positivt til bedriftens langsigtede økonomi, dels gennem et lavt omkostningsniveau, dels ved at fremme bedriftens udviklingsmuligheder.

Generelt viser analyser af landmands beslutningsadfærd, at beslutningsprocessen er forskellig alt efter om der er tale om kort-, mellem- eller langsigtede beslutninger (Jacobsen, 1994). Omskrevet til virkemidlerne i denne rapport viser det sig, at landmænd hurtig vælger nye sorter af afgrøder eller nye fodermidler, da denne type beslutninger hurtig kan omgøres (reversible). Her kan dokumenterede erfaringer kombineret med egne erfaringer fra tidligere beslutninger hurtigt udnyttes. Det er således tydeligt, at svineproducenter har været hurtige til at anvende foder med kunstige aminosyrer og tilsætning af fytase. Dette skyldes også, at der ikke har været omkostninger forbundet med dette skift i foderpraksis.

For beslutninger på mellemlang sigt (f.eks. investeringer i maskiner) kan færre erfaringer genbruges, og beslutningen skal overvejes mere, men brug af vejledere i disse beslutninger er ofte begrænset. Den teknologiske levetid er typisk 5-10 år. Omfanget af formaliserede økonomiske analyser er begrænset, og sociale, arbejdsmæssige og psykologiske vurderinger af f.eks. risikoen for nedbrud påvirker ofte beslutningen. Beslutningen er stort set irreversibel, så man kan ikke ændre beslutningen, når først investeringen er foretaget, bl.a. fordi salgsværdien kan være lav i forhold til købsværdien. Forhandleren spiller en vigtig rolle, men også produktets funktionalitet over længere tid er vigtig.

Investeringer i f.eks. jord, nye staldsystemer, teknologi og produktionsanlæg har en mere strategisk karakter, idet det er irreversible beslutninger, hvor ejeren typisk ikke har direkte erfaringer, der kan genbruges. Rådgiveren kan her støtte med analyser, men det er i højere grad en vurdering omkring den fremtidig udvikling (priser, rente, lovgivning, m.m.), der er afgørende for beslutningen, og her er det svært at give endelige svar. De enkelte investeringer kræver meget planlægning, der skal laves individuelle løsninger, og der skal bindes meget kapital. Det kan være investeringer i jord (harmoniareal og arealkrav) eller investeringer i ny teknologi.

Ved ny teknologi skal der være tillid til, at den teknologiske løsning, f.eks. at biogasanlægget ikke lugter, at separationssystemet ikke bryder sammen m.m. Dette kræver dokumentation for, at de påtænkte anlæg er funktionsdygtige, samtidig med at den teknologiske udvikling gør det svært at påvise, at en ny teknologi har vist sig stabil og funktionsdygtig over en længere periode. Det kan således ved f.eks. biogas og separation være et valg mellem nye og ikke velafprøvede teknologier eller ældre, men mere afprøvede teknologier. Dertil kommer, at rammevilkår og lovgivernes vurdering af nye teknologier betyder noget for valg af system. Endelige betyder de driftsledelsesmæssige krav til håndtering af teknologien også en del for udbredelsen, og hvorvidt anvendelsen bliver en succes.

Det vil typisk være mere risikovillige (innovative) eller meget pressede landmænd, der vil afprøve de nye teknologier først, men som også opleve alle ulemperne først. Den næste fase af landmænd (early adopteres) vil være dem, der vil have mere dokumentation, men som samtidig ser et behov for teknologi (separation eller lugtreduktion m.m.), der kan ligge udover det, lovgivningen kræver her og nu. Da disse virksomhedsorienterede landmænd typisk har en høj indtjening, har de også midlerne til at foretage store investeringer uden at bringe den samlede bedrifts økonomi i fare. Deres beslutningsproces er typisk længere end de innovatives landmænds beslutningsproces. I den anden ende vil en del landmænd holde fast i gamle teknologier og metoder, som de ved virker.

En række teknologier giver størrelsesøkonomiske fordele, hvorved omkostningerne pr. enhed falder med større anlæg. Dette betyder, at teknologierne først introduceres på større bedrifter. Investeringer i nye teknologier vil typisk ske hos landmænd, der følger en udvikling eller konsolideringsstrategi, mens landmænd, der følger en nedslidnings/afviklingsstrategi, typisk ikke vil investere i nye teknologier. Der vil derfor være forskel på, om eventuelle lovkrav gælder alle bedrifter, eller de implementeres når bedrifterne i øvrigt udvider produktionen. Bedrifter, der fører en nedslidningsstrategi, vil på sigt udgøre en lille del af produktionen.

Ud fra en landbrugssociologisk synsvinkel opstår der, i takt med den teknologiske udvikling, en eksponentiel vækst i teknologiske muligheder. Hvilket medfører en stadigt større uddifferentiering i forskellige produktionsstrategier, og derfor også, at den enkelte teknologi målrettes en bestemt strategi. En produktionsstrategi skal i denne sammenhæng forstås som en bestemt bedriftsintern kobling mellem værdier, rationale og teknologi. Eksempler, hvor vi har studeret dette, er i forbindelse med omlægning til økologisk jordbrug (Noe, 1999), udvikling af grundvandsvenlig landbrugsproduktion (Noe og Halberg, 2002), implementering af malkeroboter (AMS) (Noe og Kristensen, 2003) og endelig i et forskningsprojekt om anvendelse af Planteværn Online PVO. Nogle af de vigtigste erfaringer fra disse undersøgelser er:

- Valg af teknologi hænger snævert sammen med bedriftens værdier. Der knytter sig således forskellige typer værdier til forskellige typer teknologier. Som et eksempel vil mælkeproducenter, der går meget op i ydelse, typisk vælge teknologier, der understøtter en

individuel behandling (fodring, malkning, information), mens kvægbrugere, der går op i arbejdsbesparelse og økonomi, vil vælge teknologier, der på effektiv og arbejdsbesparende måde kan håndtere besætningen som helhed.

- Implementering af ny teknologi har en betydning for bedriftens organisering, der ofte ligger langt ud over de specifikke funktioner, som teknologien dækker. Et illustrativt eksempel er AMS, der ud over at lave om på alle rutinerne i malkestalden også ændrer grovfoderforsyningen. Dertil kommer, at det har en indflydelse på familielivet pga. forandrede arbejdstider. Det rækker endda helt ud til det sociale netværk i form af - på den ene side - en mindre bundethed af klokken, der øger muligheden for at deltage i sociale aktiviteter, og på den anden side krav til det sociale netværk om at kunne tage alarmer, hvis man er længere væk.
- En teknologi (en artefakt i dens anvendelse) præges/formes af det netværk af operationer den indgår i, og dermed den produktionsstrategi, hvori den implementeres. F.eks. kan den måde, en malkerobot fungerer, komme meget forskelligt til udtryk fra bedrift til bedrift, bl.a. afhængig af de fysiske rammer, og den styring og tankegang som robotten indgår i. Der er ikke nødvendigvis én måde, der fungerer optimalt. Analyser viser, at der er landmænd, der ikke kan forene sin tankegang, og dermed styring af bedriften, med AMS, og derfor hurtigt må skille sig af med den igen.

Der er således stor forskel på, hvor fleksibelt en teknologi er i forhold til implementering i forskellige beslutningsstrategier. Nogle teknologier har vanskeligt ved at vinde udbredelse, fordi de ikke er fleksible nok i deres anvendelse, til at de kan indpasses. Samtidig er de ikke betydningsfulde nok til, at der kan udvikle sig strategier omkring dem, på trods af at de virker logiske og anvendelige. Et eksempel, PVO (Planteværn Online), hvor man på trods af, at det er et meget videnbaseret redskab, ikke har fået nær den forventede udbredelse blandt planteavlere, som har været den primære målgruppe (Noe & Alrøe, 2005). Derimod har PVO en stor anvendelse blandt planteavlskonsulenter, der bruger det som opslagsværk og læringsredskab.

## **4.2. Fodring**

Der er mange forhold, som har betydning for om miljøfremmende teknologier i fodringen af husdyrene tages i brug eller ej. På workshoppen blev det fremført, at der er tale om både nogle langsigtede, generelle faktorer og nogle mere specifikke teknologiorienterede forhold. Efterfølgende fokuseres der på de forskellige, overordnede kategorier.

### **4.2.1. Teknologiske forhold**

Ved mange miljøteknologier (i bred forstand) er der en vidensbarriere, der ofte er afgørende for om og hvornår en teknologi inddrages i den praktiske fodring. Denne barriere kan brydes gennem iværksættelse af relevant problemfokuserende forskning, som følges op af rådgivning og anden formidling. Det blev pointeret, at der i høj grad også er brug for opdateret undervisning af rådgivere i takt med, at ny viden opnås gennem forskning. Biologisk/teknologisk forskning og forsøg skal også råde bod på den mangel på dokumenteret produktkvalitet, der ofte er en barriere for ibrugtagning og systematisk anvendelse af nye teknologier. En væsentlig barriere er endvidere, at anvendelse af nye teknikker ofte ikke er tilstrækkeligt målrettet. Eksempelvis ønskes et meget tættere samarbejde mellem planteforældre/-dyrkere og husdyrforskere/-brugere med henblik på frembringelse af forbedrede foderafgrøder, der indholdsmæssigt matcher dyrenes fysiologiske behov og samtidig er miljøskånsomme i brug. Eksempler herpå er foderafgrøder med en forbedret

aminosyresammensætning og proteinindhold, fytaseberiget og/eller fytat reduceret foderkorn, kulhydratrigtigt grovfoder mv.

Andre biologiske teknologier, som anvendelse af industrielle aminosyrer, fytase, syrer og salte samt fodringsteknologier til reduktion af dannelse og emission af lugt og drivhusgasser, blev også diskuteret. Det blev bl.a. fremført, at viden om behovet for aminosyrer uafhængigt af proteinindholdet i foderet, og dermed protein-uafhængige fodringsanbefalinger for aminosyrer, kunne give et forbedret grundlag for at reducere kvælstofudskillelsen. Et forbedret kendskab til effekten af tilsætning af fytase under forskellige fodringsforhold og fodersammensætning var et andet ønsket indsatsområde. Sammenfattende blev der peget på, at der er en meget væsentlig vidensbarriere, som kan afhjælpes gennem forskning og forsøg efterfulgt af opdateret rådgivning. Forbedringer i udfodringsteknikkerne blev ikke diskuteret i gruppen.

#### **4.2.2 Politisk/administrative forhold**

Den udbredte opfattelse var, at den væsentligste barriere indenfor denne kategori lå i, at der ikke aktuelt er tilstrækkeligt med incitament til at tage visse nye teknologier i anvendelse ved fodringen af husdyr. For den enkelte landmand virker det manglende råderum hindrende for lysten/behovet for at tage nye teknologier i anvendelse. Der er simpelthen ingen gulerod. Der blev peget på, at individuelle udledningsnormer for næringsstoffer kunne give det incitament, der skal til for at interessen for ibrugtagningen af nye teknologier skabes. Samtidig blev det også påpeget, at anvendelsen af bl.a. GMO-teknikker til udvikling af nye ernæringsrigtige foderafgrøder og tilsætningsstoffer (aminosyrer, enzymer mv.) har været hæmmet af den politiske holdning til disse teknikker. Fokusering på den gode historie og på målrettet anvendelse af bioteknologi har manglet. Der mangler også en gulerod til at stimulere til øget substituering af foderfosfat med enzymet fytase, hvor det blev anført, at fosfater af god kvalitet (uden tungmetaller) bliver en mangelvare på globalt plan. Sammenfattende var det opfattelsen, at det manglende råderum er den væsentligste (politisk/administrative) barriere.

#### **4.2.3. Markedsmæssige/økonomiske forhold**

En af de væsentligste barrierer er restlevetiden af den eksisterende teknologi på det enkelte landbrug, idet det ikke altid vil være muligt at tage en ny teknologi i anvendelse med det samme, da der skal tages økonomiske hensyn ift. de eksisterende anlæg, stalde etc. Det handler i høj grad om "det muliges kunst". Hvis ikke der er et økonomisk incitament, vil det være vanskeligt at udbrede anvendelsen af en evt. ny teknologi. Måske findes der også alternativer, der - selv om de ikke er lige så effektive – dog er mere økonomisk attraktive pga. det førmentalte manglende råderum. Eksempelvis kan der bruges industrielt fremstillede aminosyrer i stedet for GMO-afgrøder, men øget fokusering på begrænsning af overskudsprotein (ikke-essentielle aminosyrer) kunne gøre GMO-forædling til en meget mere attraktiv ny teknologi, hvor ny forskningsbaseret viden oven i købet må forventes at kunne udvikle et helt nyt marked.

Det blev også fremført, at den relativt lave pris på uorganisk fosfat og den lave afgift på foderfosfat vil være begrænsende for ibrugtagningen af fytase, selv om prisen for fytase formodes at blive afstemt ift. prisen på foderfosfat. Betaling for foderstofkontrol gennem bl.a. afgifter på de industrielle aminosyrer virker paradoksalt, hvis der ønskes en øget erstatning af råprotein med aminosyrer. Ibrugtagningen af de nye teknologier vil i høj grad være omfattet af en vurdering af, hvad der giver størst og mest sikker miljøeffekt for pengene. Veldokumenteret, sikker, effektiv og prisbillig teknologi vil imidlertid altid være interessant.

#### **4.2.4. Holdningsmæssige forhold**

Der blev fremført adskillige holdningsmæssige barrierer, der kan resultere i manglende ibrugtagen af nye teknologier. Generelt ses der ofte en skepsis overfor ny teknologi, men det blev også fremført, at denne skræk for nyt nok var aftagende. Ofte er den holdningsmæssige barriere begrundet i uvidenhed om de nye teknikker. Et eksempel herpå er de bioteknologiske teknikker, som måske også på en eller anden måde er oversolgt, hvilket i sig selv kan medføre en udbredt skepsis. En løsning kunne være at demonstrere konkrete samfundsgavnige anvendelser, ligesom mere nuanceret information kunne bidrage til forbedring af befolkningens generelle viden om teknologien. Samtidig må der ikke slækkes på kravet om uvildig dokumentation gennem forskning. Det blev også anført, at en ikke uvæsentlig holdningsmæssig barriere skyldes, at der er (for) mange rådgivere, der vejleder ud fra forældede kæpheste, hvor en faglig opdatering er stærkt påkrævet. Samtidig er det på tide at erkende, at miljøet er en naturlig del af management i landbruget, og at der kræves en langsigtet strategi, der tager miljøhensyn uden at slække på dyrevelfærden.

#### **4.2.5. Konklusion**

Konklusionen på workshoppen vedr. foderteknologi/-biologi var, at de væsentligste barrierer for anvendelse af nye teknologier ligger i, at der for landmanden ikke var et tilstrækkeligt incitament, idet han i dag har et meget begrænset råderum. En anden væsentlig barriere er mangel på viden og mangel på dokumenteret produktkvalitet og -effektivitet. Øget individuelt råderum og forbedret viden vil øge incitamentet betydeligt. Samtidig er der behov for øget synergi mellem fagdiscipliner med henblik på målretning af forskning og udvikling af f.eks. ernæringsrigtige foderafgrøder.

### ***4.3. Stalde***

#### **4.3.1. Teknologiske forhold**

Den gruppe virksomheder, der leverer decideret miljøteknologi til stalde i form af luftrensning og gylleforsuring m.m., består helt overvejende af specialiserede mindre virksomheder. Mange af virksomhederne er iværksættere i opstartsfasen uden færdigtestede markedsklare produkter. De fleste af virksomhederne har i den forbindelse begrænsede muligheder for at drive deres produkter hen imod et markedsklart niveau og herunder begrænsede muligheder for at foretage storskalatestning af nye teknologier.

Der er i den forbindelse bred enighed både på udbyder- og aftagerside om, at der er et behov for et mere sammenhængende system for tilskud til finansiering og udvikling. Samtidigt oplever ansøgerne de eksisterende procedurer for ansøgning om udviklingstilskud som relativt bureaukratiske. Der opleves endvidere en mangel på risikovillig kapital i denne fase af udviklingen af nye teknologier.

Der er ligeledes behov for at tænke teknologier ind i den basale indretning af staldene. Langt hovedparten af de reduktioner i emissioner, som landbruget har opnået, siden den første vandmiljøhandlingsplan skyldes forbedret fodring, management og basal staldindretning. Landbrug, industri og forskning har en helt unik videnbase omkring indretning og design af produktionsanlæg, og nye undersøgelser viser, at der er betydeligt perspektiv i at videreudvikle denne videnbase.

En følge af, at området for miljøteknologier er præget af små og mellemstore virksomheder, er, at de faglige udviklingsmiljøer er spredte og relativt små. Der er få eksempler på, at store kapitalstærke virksomheder har investeret i små virksomheder, der arbejder indenfor området. Der er i forskningsmiljøerne, branchen og landbruget enighed om, at der er et behov for, at der oprettes flere fora for udveksling af viden, og at der sikres bedre rammer for samspil mellem forskere,

industri og landbrug. Det vil give mulighed for tidligt at vurdere og kvalificere de teknologier, der er perspektiv i at investere i. Endvidere ses der et behov for en styrkelse af virksomhedsnetværk, samt en mere overskuelig adgang til områdets organisationer og myndigheder.

De virksomheder, der står for staldbyggerier består dels af mellemstore og større totalbyggefirmaer med specialisering i staldbyggeri, dels af håndværksmestre, der udfører staldbyggeri i fagentrepriser. Et enkelt større totalbyggefirma har udviklet et staldkoncept, der i et vist omfang er forberedt til indbygning/installation af miljøfremmende teknologier. Generelt opføres stalde i Danmark dog uden, at miljøfremmende teknologi er tænkt ind i staldkonceptet. Et samarbejde mellem byggefirmaer og virksomheder, der udvikler miljøteknologi, vil måske kunne sikre den økonomiske tyngde til at gøre miljøteknologier markedsklare.

#### **4.3.2. Politisk/administrative forhold**

Blandt de virksomheder, der udvikler og markedsfører miljøteknologi til stalde, er der enighed om, at den væsentligste parameter for en succesfuld udvikling og afsætning af miljøteknologi er en stabil efterspørgsel på teknologierne. En sådan stabil efterspørgsel kan blandt andet sikres ved gennemskuelige og mere ensartede offentlige miljøkrav.

Der er i den forbindelse enighed blandt markedets aktører om, at der er behov for klare politiske miljømålsætninger. Samtidigt bør vilkår i miljøgodkendelser tage udgangspunkt i ejendommens emissioner, og der bør sikres ensartede og forenklede retningslinier for godkendelse. Dertil kommer, at udarbejdelsen af BAT-byggeblade bør styrkes og ske gennem en ensartet og gennemskuelig procedure. Landbruget arbejder i øjeblikket sammen med Skov- og Naturstyrelsen om at tilvejebringe en ensartet og fagligt holdbar procedure for afprøvning af BAT-teknologier.

Uanset dette er der behov for at gå det danske BAT-koncept efter i sømmene. Blandt andet bør det vurderes, hvilke områder der kan komme ind under BAT-begrebet, hvor markbruget, fodring og management ikke er medtaget på nuværende tidspunkt. Det bør ligeledes vurderes om, og givet fald hvordan, der kan opnås en standardisering af dokumentationen, der kan anerkendes internationalt i f.eks. EU, og dermed dels åbne mulighed for afsætning af teknologierne udenfor Danmark, dels sikre dansk landbrug ligeværdige konkurrencevilkår.

#### **4.3.3. Markedsmæssige / økonomiske forhold**

En stabil og styrket markedsmæssig efterspørgsel på miljøteknologierne ses således som en kardinal driver for teknologiudviklingen. Udover selve miljøreguleringen er der enighed blandt markedets aktører om, at udviklingen og indførelsen af teknologierne kan fremmes via tilskud til aftagernes indførelse af teknologierne. Succesen vil dog afhænge af de meromkostninger ved teknologierne, som de medfører for landmanden.

Dertil kommer, at sikringen af en tilfredsstillende teknisk afprøvning af de enkelte typer teknologier er en af de væsentligste hurdle for at skabe et mere velfungerende aftagermarked. Der har således været en række eksempler på, at ikke-gennemprøvet teknik har været forsøgt markedsført, hvilket har skabt en generel stor skepsis på aftagersidens villighed til investering i nye miljøteknologier.

Der er derfor enighed om, at det bør undersøges, om der kan etableres en ordning med central akkreditering af certificerede testinstitutioner og typegodkendelser af visse teknologier. Sideløbende hermed bør der igangsættes et arbejde med tekniske standarder inden for de enkelte områder for herigennem at skabe det fornødne grundlag for certificering.

Desuden er der almindelig enighed blandt virksomhederne om, at hjemmemarkedet skaber et godt indledende fodfæste for udviklingen af miljøteknologi. Men i sidste ende understreges det, at det er på det internationale marked, virksomhederne skal overleve og kunne afsætte deres produkter. I den forbindelse bør der fokuseres på:

- Brug af EU og internationale kanaler til udbredelse af danske erfaringer med miljøregulering og udvikling af miljøteknologi
- Udvikling af fælles EU-procedurer for gensidig anerkendelse af BAT-teknologier
- Styrkelse af områdets internationale standardiseringsarbejde, idet Danmark er for lille et marked til nationale tekniske standarder

Samtidigt er det af konkurrencehensyn vigtigt, at der arbejdes for, at miljøkravene både på europæisk og international plan bliver løftet op på samme niveau som i Danmark. En betydelig del af dansk landbrugs produktion afsættes på det globale marked udenfor EU, ligesom flere af de væsentligste konkurrenter er lande udenfor EU, f.eks. USA, Canada og ikke mindst Brasilien. En generel harmonisering på EU-plan er derfor ikke tilstrækkeligt til at sikre dansk landbrugs fortsatte konkurrencedygtighed.

#### **4.3.4 Holdningsmæssige forhold**

En bevidst offensiv satsning på indførelse af miljøteknologi i stalde og fortsat udvikling og forbedring af den måde, vi designer og indretter staldene på, vil alt andet lige medføre et forbedret image for den industrialiserede del af landbruget. Dette gælder først og fremmest lokalt, idet de lokale gener vil mindskes. Men også på et mere generelt nationalt plan vil landbruget kunne fremstå som mere moderne teknologiorienterede virksomheder, der tager seriøst hensyn til miljøet og nærsamfundet.

### **4.4. Gylleteknologier**

#### **4.4.1. Teknologiske forhold**

Ved udvikling og afprøvning af nye teknologier har der været en del eksempler på, at man er gået direkte fra pilotanlæg til fuldskala anlæg. Man springer således fuldskala forsøgsanlæg over, men knækker ofte halsen på dette tidspunkt. Teknologien bliver derfor ikke ordentlig afprøvet, og der sker ikke en uafhængig vurdering af teknologien (som Farmtest eller certificering). Der kunne etableres en officiel følgegruppe, svarende til den der var for biogasfællesanlæggene, som kunne drøfte både teknologiske og økonomiske forhold. Denne konstruktion har blandt andet sikret, at de tekniske resultater er viderebragt til andre, ligesom økonomien i alle anlæg er analyseret over en længere periode. Denne dokumentation har udgjort et godt grundlag for analyser af indtjeningen i nye anlæg. Imidlertid har biogasfællesanlæggene haft et fælles mål, hvorimod fabrikanten af gylleteknologier i højere grad er konkurrenter, idet de tilbyder forskellige teknologier til løsning af de samme problemer. Ofte har der været betydelige tekniske vanskeligheder, som, hvis de kunne løses, i mange tilfælde har medført, at teknologien er blevet så dyr, at markedet ikke har kunnet bære det.

Der skal fortsat ske en teknologisk udvikling af de teknikker, der indgår i separationsteknologier. Dette kunne være øget anvendelse af enzymer og metoder til at reducere vand og elforbruget.

Der kunne med fordel gives flere muligheder og måske tilskud til at afprøve udvalgte teknikker i fuldskala. Det er imidlertid et problem, at fuldskala investeringer er meget dyre.

#### **4.4.2. Politisk/administrative forhold**

Der er i dag en del lokal modstand mod placering af biogasanlæg, primært grundet frygten for lugtgener. Mangel på egnede steder i de enkelte kommuner kunne løses ved, at kommuner eller staten forpligtiges til at udpege områder, hvor disse anlæg kunne placeres. Der skal laves klare anvisninger om valg af teknologi for at sikre en meget minimal lugtemission. Endelige kunne der iværksættes informationskampagner og ture til andre anlæg, således at informationsniveauet hos de fremtidige naboer øges.

Mange udviklere af teknologier føler, at der er mange regler og procedurer, der skal opfyldes, inden de kan levere deres produkter. Der er således behov for en enklere administrativ procedure, f.eks. i form af, at en sagsbehandler varetager koordinationen til andre ministerier og styrelser, idet en række forhold rækker ind over f.eks. både Fødevareministeriet, Miljøministeriet og Justitsministeriet.

En anden barriere er, at der ved udvidelser af husdyrproduktionen specielt over 250 DE i landbrugsloven stilles krav om, at en stor del af harmoniarealet skal ejes. Da kravet gælder på ejendomsniveau, er der eksempler på, at landmænd betaler høje jordpriser for at kunne udvide produktionen på en bestemt ejendom. Såfremt arealkravet var gældende på bedriftsniveau, ville dette lette adgangen til jord og dermed reducere jordprisen. Landbrugslovens arealkrav har ikke nogen miljømæssig effekt, men er et strukturpolitisk instrument for at undgå jordløse ejendomme. En afskaffelse af arealkravet vil betyde en stigning i prisen på gylleaftaler, og det kan betyde et fald eller lavere stigning i jordprisen. Den kapital, der ikke skal investeres i jord, vil kunne bruges på ny teknologi.

På sigt vil løsningen være at foretage en egentlig miljøgodkendelse af landbrugsvirksomhederne, hvor tilladelsen er bundet til grænser for den maksimale miljøpåvirkning.

På workshoppen efterlyste flere visioner i lovgivningen, der angiver hvilke miljøkrav, der søges implementeret på sigt. Dette krav kom både fra udviklere af ny teknologi og landmænd, der skal anvende dem. Der efterlyses også udmeldinger om, at man politisk reelt ønsker en vækst, også til gavn for eksporten, som det tidligere er set med vindmølleindustrien.

#### **4.4.3. Markedsmæssige / økonomiske forhold**

De markedsmæssige og økonomiske forhold er meget centrale for udbredelsen af nye teknologier. Der er således kapitalstærke firmaer, som er interesseret i at gå ind på dette marked, hvis de kan se et markedsmæssigt potentiale i Danmark og udlandet. Typisk vil de dog ikke gå ind i en videre udvikling af produktet, før de er relativt sikre på succes. Der er således behov for reelt risikovillig kapital til at understøtte teknologier i udviklingsfasen.

Det blev på workshoppen diskuteret, hvordan udviklingen af nye teknologier kunne understøttes. Nogen ønskede, at finde de bedste teknologier og så give dem en stor støtte, mens andre ønskede lidt støtte til flere, hvor støtten evt. kunne tilbagebetales, hvis teknologien blev en succes.

Teknikker, som f.eks. nogle højteknologiske separationsanlæg, er for dyre i forhold til de gevinster, de giver. Omvendt er det kendt, at teknologier, der bliver meget udbredte, vil have faldende



omkostninger, hvilket igen fremmer udbredelsen. Øget behov for dokumentation af anlæg vil også fremme investeringsomfanget for de teknikker, der klarer sig godt, ligesom det vil give investorer større sikkerhed for deres investering. Der er endvidere behov for afprøvning, dokumentation og mere opfølgning på demonstrationsanlæg for at sikre kapital.

Indtjeningen i projekter omfattende biogasanlæg udviser i dag ikke samme rentabilitet som tidligere, hvorfor banker er tilbageholdende med at finansiere disse anlæg. Separationsanlæg er en relativt usikker investering for landmanden. Den risiko kunne reduceres ved at yde anlægstilskud, som det tidligere er set for vindmøller og biogasanlæg. For biogasanlæg er en anden mulighed at el-produktionstilskuddet bevares på 60 øre og ikke sænkes til 40 øre efter 10 år. De dårligere vækstbetingelser for biogas betyder, at der er en langt større vækst i antallet af biogasanlæg i Tyskland, bl.a. grundet bedre afregningsvilkår for el fra biogas.

Alternativt kunne det overvejes, om de samfundsøkonomiske fordele kunne tilbageføres til ejerne af biogasanlægget. Gevinsten ved lavere CO<sub>2</sub>-emission og kvælstofudvaskning skulle alternativt hentes andre steder eller købes i form af kvoter.

Det er i dag et problem, at separationsfraktioner kun meget vanskeligt kan afsættes. Der afsættes ca. 8-10.000 tons fiberfraktion, hvoraf hovedparten sælges fra Fangel Biogas anlæg. Modtagerne (planteavlere) betaler i dag udbringning samt transport over lange distancer, men i opstartsfasen betalte biogasanlægget også udbringningen. Modtagere er glade for produktet, og efterspørgslen er stigende. Sådanne historier skal bringes videre ud, ligesom der skal deklaration på produkterne. Kravet til udnyttelse af N i den faste fraktion ligger typisk på ca. 20-30 %, hvilket er muligt at opnå. Omvendt er kravene til udnyttelse af N i den flydende fraktion noget højere, således at den samlede udnyttelse er på niveau med kravet ved udbringning af gylle. Den eksisterende lovgivning omkring bl.a. krav til udnyttelse af N i husdyrgødning synes ikke at udgøre en barriere.

En alternativ måde at håndtere fiberfraktioner på er afbrænding. På nuværende tidspunkt er der imidlertid en affaldsavgift, der gør afbrænding urentabel. Ophævelsen af denne afgift vil ikke direkte have nogen indvirkning på statsfinansielle forhold, da der i dag ikke er nogen mængde, der afgiftsbelægges. Dog vil afbrænding erstatte andre varmekilder, som f.eks. naturgas. Der har i foråret 2005 været nedsat et udvalg under Fødevareministeriet, der fandt, at afbrænding er en drifts- og samfundsøkonomisk fordel. Analyser tyder dog på, at der skal etableres store anlæg, for at det er rentabelt. Ellers må det forudses, at der skal betales et gebyr for at aflevere fiberfraktionen.

Investeringer i teknologier kan i højere grad egenfinansieres, hvis indtjeningen i bagvedliggende driftsgrene er god. For svin svinger indtjeningen over årene, hvilket kan påvirke det incitament og økonomiske råderum, der er til teknologiinvesteringer. Omvendt er der en betydelig forskel i egenkapital og indtjening mellem bedrifter, hvilket betyder, at der altid er nogen, der har vilje og kapital til at afprøve nye teknologier. Dette betyder dog, at udsving i indtjeningen vil påvirke den hastighed, hvormed teknologier implementeres og udbredes.

#### **4.4.4. Holdningsmæssige forhold**

Der er mange steder lokal modstand mod etablering af nye biogasanlæg. Denne bekymring skal tages alvorligt og mulige løsninger kunne være øget information, der synliggør fordele og ulemper i hele kæden. Der kunne også tilbydes økonomisk medejerskab for naboer.

Det blev ved workshopen vurderet, at mange mennesker mener, at landbruget ikke må være en industri og at ”småt er godt og stort er skidt”, selvom miljøbelastningen pr. enhed kan være større på mindre ejendomme. Der er her behov for øget dialog og dokumentation, samt accept af størrelsesøkonomiske fordele.

## **5. Behov for forskning og udvikling**

Teknologiske løsninger, der kan imødegå de miljømæssige lovkrav relateret til bl.a. emission og næringsstofregnskab, er en stor udfordring, hvis Danmark fortsat ønsker en konkurrencedygtig og produktiv husdyrproduktion. I de seneste årtier har miljølovgivningen for reguleringen af landbrug over hele Europa resulteret i en mere bæredygtig og samtidige effektiv produktion. Forbrugerne har haft fordele af reduceret brug af gødning og reduceret brug af toksiske og svært nedbrydelige pesticider. Der er imidlertid stadig anselig bekymring over påvirkningen af det omgivne fysiske miljø og gener fra stalde, og lokale myndigheder over hele Europa modtager et stigende antal klager fra naboer til staldbygninger. For at imødegå de skærpede lovkrav og stigende bekymring fra omgivelserne er det nødvendigt med en oprustning indenfor miljøteknikker til husdyrbrug.

Der er et stort behov for udvikling af teknologi, som kan afhjælpe miljøbelastningen fra intensive husdyrproduktioner. Landmandens incitament til at indføre miljøteknologi er baseret på driftsøkonomien, så efterspørgslen efter en ny teknologi er helt afhængig af, om den kan fastholde eller øge produktiviteten, eller evt. føre til besparelser. Skal effektiviteten øges yderligere i det fremtidige landbrug, og påvirkningen af det omgivne miljø mindskes, er det nødvendigt bl.a. at optimere på udnyttelsen af husdyrgødningen og mindske dannelsen og emissionen af lugt, ammoniak og drivhusgasser fra husdyrbrug. Det er nødvendigt at sammentænke teknologier, der påvirker dyrevelfærd og – sundhed, miljø og økonomi. Miljøteknologi byder på løsninger og afhjælpning af den negative påvirkning af omgivelserne indenfor husdyrproduktionen til fordel for sektoren, dyrene, miljøet og naboer, hvilket er en nødvendighed, hvis Danmark skal være et forgangsland indenfor produktionen af husdyr og brugen af miljøteknologier

Fastholdelse eller udvidelse af husdyrproduktionen i Danmark forudsætter både balance mellem produktion og samfundets miljøkrav, og at landbrugets miljøimage forbedres. Derfor er der i landbruget og samfundet en styrket interesse i at anvende teknologier, som reducerer husdyrproduktionens påvirkning af det omgivende miljø. Følgeindustrien til landbruget har også en stor interesse i at forskning og innovation styrkes, da der nationalt og internationalt er et hurtigt voksende globalt marked for miljøteknologier til husdyrproduktion. Forudsætning for en succes er dels et konstruktivt og positivt samarbejde mellem forskning, landbrugserhverv og industri med fokus på brugbar innovation samt dokumentation af disse, tilstedeværelsen af et testintensivt hjemmemarked, og at sammentænke teknologierne helhedsorienteret .

### **5.1. Miljøeffektive foderafgrøder**

Ved hjælp af konventionel og GM-baseret forædling er der ved danske forskningsinstitutioner udviklet en række materialer og planteprototyper, der indenfor en tidshorisont på 2-4 år vil kunne opformeres i det nødvendige omfang med henblik på at kunne vurdere deres miljø- og fodringseffekter. Ligeledes er der i dansk regi en omfattende kompetence indenfor foderafgrødernes indholdsstoffer og den genetiske basis for deres dannelse og egenskaber, eksempelvis stivelse, cellevægge, fosfat, protein, fedtstoffer og mineraler. I en række tilfælde vil denne viden kunne anvendes til udvikling af nye sorter, ingredienser og foderenzymmer indenfor en tidshorisont på 4-8 år. Udover disse indsats er der et stort behov for en samlet større og mere langsigtet forskningsindsats i et samarbejde mellem erhvervet og forskningsinstitutionerne, med det formål at

frembringe den tilstrækkelige viden for de næste generationer af miljøeffektive foderafgrøder og foderkomponenter.

### **5.2. Miljøeffektiv foderudnyttelse**

Der er behov for forskning, der udbygger det biologiske grundlag for fastsættelse af fodringsnormerne for næringsstofferne (aminozyrer, fosfor mv.). Samtidig er der behov for øget viden om tilgængeligheden og udnyttelse af næringsstofferne i fodermidlerne med henblik på specifik og præcis tildeling af evt. ekstra næringsstoffer. Eksempelvis kan udnyttelsen af mineralerne i foderstofferne øges ved brug af enzymer, men forbedrede udfodringsteknikker, bl.a. vådfodring forventes også at kunne øge tilgængeligheden. Øget viden om effekten af foderets forarbejdning samt om næringsstoffernes placering i kerner og frø på næringsstoffernes tilgængelighed kan ligeledes understøtte udviklingen af forarbejdningsteknologier rettet mod maksimal næringsstofudnyttelse.

Det overordnede mål er præcisionsfodring af det enkelte individ efter dets fysiologiske behov – ikke for meget og heller ikke for lidt. Tværdisciplinær forskning med det formål at udvikle foderafgrøder med en næringsstofprofil og -indhold, der er tilpasset dyrenes næringsstofbehov er ligeledes et oplagt mål indenfor den miljøteknologiske forskning. Samtidig bør der fokuseres på, at når husdyrenes næringsstofudnyttelse stiger, udskilles der mindre mængder næringsstoffer, hvilket i høj grad kan påvirke behovet for og kravene til de miljøteknologier, der skal bruges ved den efterfølgende håndtering af husdyrgødningen. Eksempelvis kan viden om dyrenes væskeomsætning, -behov og -udnyttelse være vigtig for optimering af teknologier til håndteringen af husdyrgylle.

### **5.3. Integrering af teknikker i stalden**

Med udviklingen af mange nye teknologier er det nødvendigt med fokus på udviklingen af nye staldtyper, hvor disse teknologier kan integreres. Det er nødvendigt at sammentænke de mange teknologier og skabe en helhed. Der mangler projekter, der binder landbrugsudviklingen sammen på et overordnet plan, hvor staldtyper, der giver bedre dyrevelfærd er tænkt sammen med bl.a. gylleseparering, energiudnyttelse, sensorteknologi og robotter. Udvikling af stalde, hvor bedre dyrevelfærd og miljø er målet, er en af fremtidens udfordringer. Der bør ses på valg af nye materialer til råhus, inventarer og overflader, ligesom klimakontrol ved køling og ventilation kan være en vigtig parameter i afhjælpningen af lugt og skuldersår. Udbygning af ventilationssystemet til at kunne foretage lokal ventilation og afskærmning af lugten kræver forskning indenfor allerede eksisterende ventilationssystemer, såvel som udviklingen af nye ventilationsprincipper.

### **5.4. Husdyrgødning fra dyr til planter**

Husdyrgødning er både en ressource i forbindelse med landbrugsproduktion samt en kilde til forurening af vandmiljøet. Ligeledes er husdyrproduktion i høj grad en kilde til lugt i nærmiljøet og til ammoniakforurening, der både er lokal og grænseoverskridende. Det er derfor nødvendigt at forholde sig aktivt til de stigende gyllemængder, der produceres, og det faktum, at et rigere samfund skaber borgere med en øget miljøbevidsthed og lavere tolerancetærskel overfor forureningskilder. Teknologier, der kan øge udnyttelsen af gødningen, og som samtidig kan medvirke til minimering af forureningen i form af næringsstoffer, lugt og emission af gasser, vil derfor være et vigtigt område, også i fremtiden. Både ud fra en vision om et behov for at minimere forureningen af miljøet, men også fordi der er behov for at udnytte vores ressourcer mere optimalt. Udviklingen af husdyrgødningsteknologier har samtidig et meget stort markedspotentiale, hvor Danmark også internationalt kan være med til at bane vejen for store teknologiske løsninger indenfor husdyrgødningsområdet.

### **5.5. Bioenergi fra husdyrgødning**

Husdyr i dansk landbrug efterlader hvert år tilsammen 34 millioner tons gødning, som landbruget skal behandle og bringe ud på markerne. En vigtig del i behandling og håndtering af gylle kan være anvendelsen i biogasanlæg. Ved behandlingen af gylle i biogasanlæg anvendes det organiske stof i gyllen til produktion af el og varme. For at optimere udbyttet og driftsøkonomien af bioenergien fra husdyrgødningen arbejdes der blandt andet med tilsætning af biomasse med højt energiindhold eller forbehandling af husdyrgødningen. Der kræves fortsat en indsats for at udvikle teknologierne, ligesom der mangler dokumentation for anlæggenes effektivitet og lønsomhed. Dertil kommer, at særligt industrien efterlyser et fuld-skala demonstrations- og testanlæg, hvor alle komponenter til forskellige bioenergiproduktioner, separationsprodukter m.v. kan testes i stor skala.

### **5.6. Kædebetragtninger og systemmodeller**

Med henblik på at understøtte en ensartet sagsbehandling og rådgivning omkring miljøteknologi til husdyrproduktion er der behov for et værktøj, der skaber overblik over miljøeffekter og omkostninger ved forskellige teknologier. Som det fremgår af afsnit 3.6. er effektive miljøteknologier til husdyrproduktion ideelt set en kombination af flere teknologier. Da det er urealistisk at gennemføre praktiske forsøg og test med alle kombinationer af teknologier bør miljøvurderinger baseres på generiske kæde/systemmodeller, der beregner kulstof-, næringsstofpuljerne og lugtgenetilstande i kæden fra jord til jord. Den generiske kæde/systemmodeltilgang skal integrere eksisterende validerede modeller f.eks. nitratudvaskningsmodeller, ammoniak- og drivhusgasemissionsmodeller. Endvidere skal den generiske model kunne anvende inputdata fra sensormålinger af indholdsstoffer i foder, i afgangsluften fra stalde og i gyllen under lagring og udbringning. Kæde/systemmodellerne skal endvidere kunne opdateres med "certificeret" information om fodring, staldsystemer, teknologi og anvendelse af husdyrgødning.

## **6. Dokumentation og certificering**

Dette afsnit har som formål at beskrive de begreber og dokumentationer, der foretages i dag hos forskellige interessenter i landbrugsbranchen. Samtidig vil afsnittet sætte fokus på de problemstillinger, som hhv. køber og myndighed står med i forhold til sikring af tilstrækkelig dokumentation. Dette betyder samtidig, at afsnittet uundgåeligt vil sætte fokus på de områder, hvor behovet for dokumentation vil være mere centralt fremover. I bilag 4 er angivet de mest almindelige definitioner, der benyttes i forbindelse med dokumentation og certificering, såsom "standard", "akkreditering", "certificering" mv. Bilag 5 indeholder en kort beskrivelse af udvalgte branchers dokumentationssystemer.

En række forskellige miljøteknologier er beskrevet i de tidligere afsnit. Spektret er stort og dækker områder lige fra avl, fodring, indretning af stalde og gødningssystemer til luftrensnings- og gyllebehandlingsanlæg.

De mange teknikkers formåen i relation til miljøeffekter er afhængig af en række faktorer, hvoraf dyregrupper og staldsystemer er de mest markante, hvilket gør dokumentationen meget type- og virksomhedsafhængig. Det betyder, at en betydelig del af den foretagne dokumentation ligger ved de forskellige firmaer og organisationer. Eksempelvis er resultatet af en test af anlæg til svovlsyrebehandling af gylle afhængig af, om den gennemføres i en kvægstald eller en

svinestald, og i en svinestald vil resultatet være afhængig af, om det er stalde til søer eller slagtesvin, mængden af halm osv.

I forhold til at sikre et udviklingsforløb omkring nye teknologier skal man være klar over de forskellige dokumentationsstadier, som miljøteknologi skal gennemgå fra idégenerering til accept fra markedet. Sideløbende hermed er den almindelige udviklingslinie for innovation, der i sig selv er ganske omfattende og ressourcekrævende.

Dokumentationsfasen er afhængig af, hvor i et udviklingsforløb et firma befinder sig:

1. Først skal det overfor *bevillingsgivere* dokumenteres, om en ide har en reel udviklingsmulighed
2. Dernæst skal det overfor *investorer* dokumenteres om et pilotanlæg har et potentiale i stor skala
3. Løbende test i en udviklingsfase
4. Dokumentation af færdigudviklet anlæg overfor *aftagere* og *myndigheder*
5. Tilkendelse af prædikatet BAT til brug i relation til *myndigheder*
6. Løbende driftsdokumentation over for myndigheder samt til interne lønsomhedsbetragtninger.

Dette kapital fokuserer i særlig grad på punkterne 4 til 6.

### ***6.1. Dokumentation af miljøteknologi i husdyrproduktionen i dag***

Dette afsnit indeholder en kort beskrivelse af de principper, der benyttes i forbindelse med dokumentation af næringsstofindholdet i gødning, samt hvilke vurderingsprincipper, der i dag benyttes i forbindelse med teknologivurderinger.

#### **6.1.1. Dokumentation for normtal for kvælstof og fosfor**

Kvælstof og fosforindholdet i husdyrgødning beregnes som indhold i foder minus indhold i de producerede produkter.

Normtal for husdyrgødning repræsenterer det gennemsnitlige indhold i gødning fra husdyr. Der er forskel mellem dyrearter i datagrundlaget, da mulighederne for at få repræsentative data er forskelligt.

For svin opstår normtallene for gødningens fosforindhold ud fra en kombination af foderforbrug og vækstdata i landsgennemsnittet for de besætninger, som får lavet effektivitetskontrol med bedriftsløsningen hos rådgiverne. Landsgennemsnittet repræsenterer ca. 20 % af produktionen, men inkluderer ikke data fra ejendomme, som anvender effektivitetskontrol fra AgroSoft eller som selv laver e-kontrol uden udveksling af data med rådgiverne. Besætninger, som ikke laver produktionskontrol, er selvsagt heller ikke med i gennemsnittet. Effektivitetskontrollen betragtes af branchen som det bedst mulige grundlag og anvendes også ved beregning af "den beregnede notering", hvor produktionsøkonomien i gennemsnitlig sohold og slagtesvineproduktion bliver brugt til at fastlægge handelsprisen på smågrise.

Produktionsdata fra besætningerne kobles herefter sammen med landsgennemsnit for foderets protein og fosforindhold til de forskellige dyrekategorier. For svin findes der officielle analyser af færdigfoder fra Plantedirektoratets foderstofkontrol – og disse data er det vigtigste grundlag. Da halvdelen af foderet hjemmeblandes på gårdene laves der endvidere en beregning af indholdet af

fosfor i hjemmeblandet foder ud fra det solgte tilskudsfoder og de vejledende iblandingsprocenter. Data for tilskudsfoder fås fra Foderstofbranchen.

Opgørelsen af svinegødningens indhold laves af Landsudvalget for Svin, Landscentret i samarbejde med Danmarks JordbrugsForskning.

Opgørelserne for fjerkræ laves efter tilsvarende principper.

For kvæg er normtallene baseret på opgørelser af produktionskontroller og foderplaner udarbejdet til malkekøer. På grund af faldende antal de seneste år, bliver disse resultater dog holdt op mod tidligere års resultater, således at den endelige beregning er en sammenvejning af den teoretiske ændring på grund af ydelsesstigning, samt resultaterne fra produktionskontroller og foderplaner. Normtallene repræsenterer derfor også her det bedst mulige bud på effektivitet og fosforindhold i foderet fra praksis.

#### **6.1.2. Dokumentation for forskelle på staldsystemer og effekt af luftrensningsteknik**

I takt med at der gennem de sidste år har været mange firmaer, der har fået ideer til teknikker til reduktion af ammoniak- og/eller lugtemission fra staldanlæg, har der været gennemført flere afprøvninger med henblik på dokumentation for ideens reelle udviklingsmulighed, og at det vil kunne fungere som pilotanlæg, og efterfølgende at ideen fungerer på et anlæg, der kan få prædikatet BAT.

Prædikatet BAT gives af Skov- og Naturstyrelsen, og det praktiske arbejde herfor er udliciteret til Landscentret, Byggeri og Teknik. Der er nedsat en styregruppe bestående af Skov- og Naturstyrelsen (formand), Danmarks JordbrugsForskning, Danmarks Miljøundersøgelser, Foreningen af Miljømedarbejdere i Kommunerne, Landsudvalget for Svin, Fjerkrærådet og Landscentret, Byggeri og Teknik.

Ud fra hvert enkelt tilfælde vurderes om et produkt kan få prædikatet BAT. Vurderingen foretages ud fra følgende kriterier:

- ammoniakreduktion
- lugtreduktion
- anlægsøkonomi
- driftsøkonomi
- arbejdsmiljø
- energiforbrug
- vandforbrug

Inden for svineområdet har afprøvninger gennemført af Landsudvalget for Svin ofte ligget til grund for vurdering af om et produkt kan få prædikatet BAT. Afprøvningsresultaterne fra Landsudvalget for Svin afsluttes med såkaldte meddelelser (f.eks. Pedersen, 2005), der udsendes til svineavlskontorer og i øvrigt kan ses på Landsudvalget for Svins hjemmeside.

På baggrund af målinger foretaget af Landsudvalget for Svin har det været muligt at opsætte en procedure for, hvor mange målinger det er nødvendigt at tage for at dokumentere statistisk sikre forskelle i ammoniak og lugtemission. Testene skal køre over mindst et halvt år og inkludere både sommer- og vintersituationen, da der både er store årstidsvariationer og der kan være holdeffekt

(Lyngbye og Sørensen, 2005). Endvidere sikrer den lange testperiode dokumentation for driftssikkerhed, og at der ikke er en negativ afledt effekt i relation til produktionsresultater.

De prøver, der udtages til lugtanalyse, sendes til et laboratorium, der foretager en akkrediteret analyse, der i øvrigt opfylder europæisk CEN standard.

Skov- og Naturstyrelsen har indledt et samarbejde med Landscentret, Byggeri og Teknik om at udarbejde retningslinier for en standardiseret afprøvningsprocedure for BAT-teknikker. Retningslinierne kan efterfølgende meldes ud til virksomheder, som ønsker at få deres produkter evalueret efter BAT-kriterierne. Retningslinierne baseres på tidligere gennemførte afprøvninger.

Anbefalingen er derfor, at afprøvningerne af miljøteknik med henblik på evaluering i relation til BAT foretages i produktionsbesætninger, og at der stilles krav om, at det samtidig dokumenteres, hvilke afledte effekter teknikkerne har i forhold til produktion, velfærd og arbejdsmiljø. For at sikre entydighed omkring krav til dokumentation og procedurer ved evaluering af teknikker i relation til BAT anbefales det, at Dansk Standard involveres i dette arbejde.

De virksomheder, der arbejder med miljøteknologi, baserer deres forretning på salg både på hjemmemarked og eksport til primært Tyskland, Holland og Belgien. Fælles for disse markeder er, at der stilles krav om dokumentation for teknikernes miljøeffekt. Både i Tyskland og Holland arbejder flere institutioner med dokumentation. En overvejelse er, om de afprøvningsprocedurer, der anvendes i disse lande, kunne adopteres direkte. Det kan dog ikke umiddelbart anbefales af flere årsager. For det første gennemføres de fleste af undersøgelserne under laboratorielignende forhold, der kun i ringe omfang afspejler de forhold, der er i en produktionsbesætning. Specielt i Holland gennemføres undersøgelserne ikke med kontrol/forsøg, men op mod en referenceundersøgelse. Det betyder, at validiteten af undersøgelserne ikke er på et tilstrækkeligt højt niveau til at dokumentere effekten af den pågældende teknik i et produktionssystem.

I forhold til ovenstående beskrivelser findes der kun nogle brancheinterne tiltag til at sikre en rimelig objektiv vurdering af miljøteknologi – se afsnit 6.2.1.1.

## ***6.2. Dokumentation og certificerings betydning for udbredelsen af miljøteknologi***

Dette afsnit tager sit udgangspunkt i de situationer, hvor en køber skal beslutte sig for køb af miljøteknologisk udstyr samt de forhold, at en myndighed skal give produktionsregulerede tilladelser på baggrund af indførelsen af samme miljøteknologi.

I forhold til dokumentation og certificering skal tilgangen deles i to forhold: Dokumentation og certificering i forhold til købsbeslutningen samt dokumentation og certificering i forhold til indfrielse af krav fra eksterne interessenter (driftssituationen) – herunder især myndighedsgodkendelse.

### **6.2.1. Dokumentation og certificering i forhold til en købsbeslutning**

En investering i et miljøteknologisk anlæg til håndtering af husdyrgødning er en kompliceret beslutning og ofte af betydelig økonomisk omfang for køberen/-erne. Derfor skal køberen sikres det bedst tænkelige grundlag for at træffe sin beslutning. Da købet ofte ikke kun skal foretages i forhold til en stram driftsøkonomisk betragtning, men tillige skal indeholde betydelige ikke-driftsøkonomiske aspekter, såsom reduktion af miljøbelastning, stillet gennem en betinget

godkendelse fra de offentlige myndigheder, er det centralt, at det udstyr, som køberen investerer i, kan dokumentere sig op mod mangeartede krav.

I mange af de teknologiske løsninger, der er beskrevet tidligere, indgår der en række enhedsoperationer, hvor det er den samlede virkning, der skal dokumenteres over for f.eks. de offentlige myndigheder. De mange forskellige udgangspunkter ved f.eks. opbygning af et biogasanlæg / separationsanlæg eller en ny svinestald er desuden så mangeartede, at der sandsynligvis ikke vil være to anlæg, der er nøjagtig ens konfigureret, og hvor input er ens. Dertil kommer, at der ved biologisk materiale vil være store variationer over tid. Alt dette taler for, at man er nødt til at benytte sig af en flerniveausløsning.

Det vil være vigtigt for at fremme udbredelsen af den enkelte enhedsoperation (en separator, en biogasreaktor etc.), at der udarbejdes en certificeringsordning i Danmark, hvor virkningsgraden af den enkelte enhedsoperation testes og certificeres i forhold til den direkte anvendelse f.eks. separation af husdyrgødning. Denne form for enhedscertificering sker i udbredt grad i mange andre brancher (byggematerialer, motorer, tele), hvor f.eks. en motoreffekt er målt op mod en standard, certificeres og derved skal fabrikanten garantere, at motoreffekten opnås. Dette bør tillige kunne opnås inden for f.eks. separationsteknologi, hvor en separator testes og udstyres med et certifikat, hvor det certificeres, at denne enhed kan separere husdyrgødning (muligvis ud fra en eller flere "standardgødninger") i en tyk fraktion med xx % tørstof, yy % fosfor (eller tilnærmelige procentinterval). Fabrikanten skal – når en certificering opnås – indestå for, at udstyret kan levere denne separationsgrad, og køberen kan benytte denne dokumentation over for myndighederne. Der bør skelnes mellem teknologi-niveauerne, hvor man kan forestille sig at forudgående certificeringer (egentlige typegodkendelser) af enhedsoperationer og mere simple kombinationsanlæg er tilstrækkelige for myndighedsgodkendelse, mens de mere højteknologiske anlæg afkræves ibrugtagningsakkrediteret dokumentation (f.eks. analyser), før myndighederne afgiver endelig godkendelse.

Hvis en sådan certificeringsordning kan iværksættes, vil køberen relativt nemt kunne dokumentere over myndighederne, om de udstukne betingelser opfyldes eller ej – og myndighederne vil tillige have en overvejende sikkerhed for, at kravene opfyldes, uden at der skal ske en test af det enkelte anlæg. Derved bør køberen kunne opnå alle relevante tilladelser inden anlægget etableres – eventuelt for de mere højteknologiske anlæg i kombination med en betinget godkendelse, hvor køberen skal fremsende akkrediterede analyser på en række parametre ved idriftsættelsen af anlægget. Samlet giver det en betydelig større sikkerhed for køberen samt for myndighederne i forbindelse med godkendelse af opførelsen af et anlæg.

#### **6.2.1.1. De brancheinterne ordninger i dag**

I dag er den nærmeste form for dokumentation af teknologierne dels den nuværende BAT-ordning samt landbrugsbranchen egne ordninger: "Farmtest" og "Den rullende Afprøvning".

Den nuværende BAT-ordning (Best Available Technic) er en dokumentation af vejledende karakter, der beskriver tekniske løsninger, hvortil der er gjort en række dataindsamlinger og dokumentationsberegninger, der sammenligner den konkrete teknik med den mest udbredte teknik i brug i dag (se tidligere afsnit om beskrivelse af teknologier). Dette gør, at resultaterne er relative i forhold til udbredelsen af den nuværende teknologi, hvilket gør, at referencegrundlaget flyttes konstant. Denne form for ordninger kunne gøres obligatoriske for enheder eller sammensatte



koncepter baseret på flere enheder til dette felt, men BAT skal sikres som testning i forhold til absolutte værdier – ikke som forholdstal til andre teknologier.

”Den rullende Afprøvning” og ”Farmtest” er to brancheinitierede afprøvnings- og udviklingsorganisationer fra hhv. Landsudvalget for Svin og Dansk Landbrugsrådgivning, der på eget initiativ foretager afprøvninger og deltager i udviklingsprojekter vedr. ny miljøteknologi under danske forhold. Det skal understreges, at disse to organisationer ikke er konkurrerende systemer, men er væsensforskellige i opbygning, detaljeringsgrad og anvendelsesområde. Afprøvnings- og driftssituation indeholder fagligt objektive registreringer i anlægs- og driftssituation omkring bl.a. økonomiske, miljømæssige og velfærdsmæssige.

Det er ofte forbundet med betydelige omkostninger at implementere ny miljøteknologi, da anlæggene i dag ofte først kan afprøves, når der står fuldskaalanlæg i en driftssituation. Det betyder, at det er køberne eller iværksætterne, der skal optage risikoen før en afprøvning kan iværksættes. Hertil skal det dog tilføjes, at der ofte opnås finansiering af målinger og dele af etableringsomkostningerne fra involverede virksomheder og brancheorganisationer, således at landmanden er gjort skadefri for omkostningerne til dokumentationen ved de første anlæg. Dette skal sammenholdes med det faktum, at konfigurationerne af anlæg er så forskellige, at det er vanskeligt at overføre resultaterne direkte fra anlæg til anlæg, og derfor skal der foretages test på en række anlæg eller lokaliteter.

Der er et stort behov for offentlig tilskud til de første anlæg udover de muligheder som Innovationsloven tilbyder i dag, for derigennem at sikre de bedste muligheder for dokumentation af de respektive anlægs effekt.

Når nye produkter er færdigudviklet og klar til salg, skal de testes og dokumenteres med henblik på dokumentation af deres effekter. Der er behov for at få udarbejdet og vedtaget standarder for, hvorledes dokumentationen skal foretages, og hvad der kræves af eventuel akkreditering eller certificering af de parter, der tester og dokumenterer forskellige miljøteknologier.

#### **6.2.2. Dokumentation og certificering i forhold til driftssituationen**

Et andet fokusområde er den løbende drift samt opfyldelse af dokumentationskrav over for myndigheder, samhandelspartnere (leverandører og aftagere) og til brug for intern dokumentation.

Landmanden laver i dag grønne regnskaber, der med udgangspunkt i driftsdata samt en række beregninger leverer et regnskab for næringsstofinput og output på gårdniveau. Dette instrument kan udvikles og tilkobles egentlige kvantitative analyser af input og output. Derved sikres det, at der er konkrete målinger på input og output. Sammenholdt med et overvågningsprogram for udledning f.eks. ved måling af drænvand for næringsstoffer, vil der kunne opstilles reelle næringsstofbalancer, hvor det dokumenteres, hvordan den enkelte landmand håndterer sine næringsstoffer – derved bliver det muligt at overvåge den enkelte bedrift i forhold til individuelle miljøtilladelser. Programmet kan sikres gennem egenkontrollsystemer i samarbejde mellem landmanden og hans rådgivere. Landmanden skal fortsætte sine indberetninger til myndighederne, hvor indberetningen gennem gødningsregnskabet kan udbygges til at håndtere alle relevante oplysninger, og hvor myndighederne foretager stikprøvevis kontrol af regnskaberne / indberetningerne.

Centralt bliver desuden at kunne foretage at-line målinger på alle mellemtransporter af næringsstoffer ind og ud fra gården, herunder transport af husdyrgødning mellem landmænd, mellem landmænd og centrale anlæg samt ved eksport ud af landbrugsområder. I tillæg hertil bør der kunne udvikles deklareringsstandarder af de output produkter, der kommer ud af de forskellige anlægstyper, hvorved handel med disse produkter kan ske ud fra en sikkerhed om produktets reelle indhold. En deklareringsordning er nødvendig for at opbygge en troværdig markedsplads for denne form for produkter – og derved få en reel værdiansættelse af outputprodukterne, hvilket er nødvendigt for en reel vurdering af anlægs- og driftsøkonomien i selve anlæggene.

I forhold til at sikre den nødvendige dokumentation bliver det nødvendigt at udvikle nye metoder og monitoreringsprincipper, der kan opfylde kravene til dokumentation i forhold til den enkelte bedrift. Fokus bør lægges på at sikre ”on-line” målesystemer, der kan sikre en hurtig og nem måling / dokumentation af input og output fra bedriften, således, at denne dokumentation gennem f.eks. gødningsregnskaber m.v. kan tjene som dokumentation med absolutte værdier. Disse principper ligger allerede i dag til grund for miljøgodkendelser for industrivirksomheder, og kan med fordel benyttes i landbrugsbedrifter, hvorved det enkelte landbrugs miljøbelastning kan fastsættes i forhold til en konkret udledningstilladelse. Centralt bliver dog, at både tilladelse og dokumentation udarbejdes på baggrund af direkte data fra den enkelte bedrift (jordbundsforhold via f.eks. EM-38 kortlægning, simuleringer i forhold til eventuelt nærliggende miljøområder, objektive målinger af lugt, målinger af kvælstof og fosfor i drænvand og til grundvand etc.). Dertil kommer inddragelsen af moderne IKT teknologi, der skal sikre, at data direkte indlejres i de offentlige systemer og i landmandens egne beslutningsstøttesystemer til umiddelbar brug, hvorved indførelsen af disse nye systemer samtidig kan spare landmanden for administration.

En udvikling af disse monitoreringsmetoder skal dels ses som en konkret vurdering af den enkelte bedrifts miljøpåvirkning samtidig med, at landmanden får et nyt unikt styringsredskab samt et detaljeret kendskab til sine værdistoffer på bedriften.

### ***6.3. Sammenfatning / perspektivering***

Sammenfattende står det klart, at der skal udvikles et dynamisk certificeringssystem, der bygger på absolutte analyseværdier for dokumentation af eksisterende og kommende udstyr til husdyrgødning gennem en uvildig instans. Dette findes ikke i dag.

Dertil kommer, at der i driftssituationen bør stilles myndighedskrav på baggrund af absolutte værdier på basis af f.eks. udlednings/belastningsprincipperne, hvortil udstyr enten har opnået en form for typegodkendelse eller omfattes af krav om akkrediteret dokumentation i forbindelse med ibrugtagningen, samt at den løbende driftsovervågning kan baseres på egenkontrolsystemer og konkrete overvågningsprogrammer.

Kan ovenstående opnås, vil det dels kunne danne baggrund for en lettere købsbeslutning samt give en sikkerhed for, hvilke krav man står over for. Samtidig vil myndighederne kunne opnå en betydelig mere sikker dokumentation for, at de konkrete tilladelser overholdes i hvert enkelt tilfælde. Der vil skulle ske en betydelig udvikling af dokumentations-, certificerings- og monitoreringssystemer, men denne udvikling kan gennemføres sideløbende med den teknologiske udvikling af udstyr til håndtering af miljøeffektive teknologier. I sig selv vil udvikling af disse parametre kunne udgøre et betydeligt eksportpotentiale.

## Referencer

- Alcamo, J. 2001. Scenarios as a tool for international environmental assessment – Experts corner report. Prospects and scenarios No 5, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark
- Christensen, A. T. et al. (2003). Teknologiske virkemidler til nedbringning af næringsstofbelastningen. Tekniske arbejdsrapport fra undergruppe F3. se vmp3.dk
- Dansk Landbrug (2005): Notat. Baseline – ammoniaktabet fra landbrug i 2004 – 2020
- Demont, M., Mathijs, E., Tollens, E. 2001. Impact of New Technologies on Agricultural Production Systems: The Cases of Agricultural Biotechnology and Automatic Milking. New Technologies and Sustainability. Bouquiaux, J.-M., L. Lauwers, and J. Viaene, ed., pp. 11-38. Brussels: CLE-CEA, 2001.
- Fenhann, J. 1999. Projections of emissions of greenhouse gases, ozone precursors and sulphur dioxide from Danish sources until 2012. Energistyrelsen, Miljø- og Energiministeriet. Pp 61.
- Fødevareministeriet (2005). Rapport fra arbejdsgruppen om afbrænding af fraktioner fra separeret gylle. Rapport. Fødevareministeriet.
- Hansen, M.N., Petersen, S.O., Sommer, S.G. & Asman, W.A.H., 2004. Drivhusgasudledninger fra håndtering af husdyrgødning. I: Olesen, J.E. et al, (eds.), 2004. Jordbrug og klimaændringer - samspil til vandmiljøplaner. DJF rapport - Markbrug 109, 116-144.
- Hjort-Gregersen, K. og Christensen, J. (2005). Afbrænding af fiber fra separeret gylle – Drifts- og samfundsøkonomiske analyser. Notat. Fødevareøkonomisk Institut.
- Hjort-Gregersen, K. og Christensen, J. (2006). Afbrænding af tørstofrig husdyrgødning med sigte på energiudnyttelse– Drifts- og samfundsøkonomiske analyser. Notat. Fødevareøkonomisk Institut. (under udarbejdelse)
- Hjorth-Gregersen, K (2003). Økonomien i biogas fællesanlæg. Rapport nr. 150. Fødevareøkonomisk Institut.
- Houghton, J.T.; Ding, Y.; Griggs, D.J.; Noguer, M.; van der Linden, P. J. & Xiaosu, D. (Eds.) 2001. Climate change 2001. The scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Husted, S. 1994. Seasonal variation in methane emission from stored slurry and solid manures. J. Environ. Qual. 23, 585-592.
- IPCC 1997. Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3.
- Jacobsen, B.H. (1994): Landmænds økonomiske beslutningsadfærd. Rapport nr. 81. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut. 120 p.
- Jacobsen, B.H.; Sørensen, C.G. and Hansen, J.F. (2002). Håndtering af husdyrgødning en teknisk-økonomisk systemanalyse. [Handling of animal manure in Denmark – a technical and economic assessment]. Rapport nr. 138. Fødevareøkonomisk Institut.
- Johansen, K. & Poulsen, H.D. (2004): Fodringsmæssige muligheder for at reducere fosforudskillelsen fra slagtekyllinger og konsumægshøner - review. Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Husdyrernæring og Fysiologi. DJF rapport Husdyrbrug nr. 62 - november 2004
- Kristensen, T. & Noe, E. (2004): Considerations at establishment of automatic milking systems in existing herd facilities. In: Meijering, A., Hogeveen, H. & de Koning, C.J.A.M., 2004. A better understanding: Automatic milking. ISBN 9076998388. p. 457-462.

- Lyngbye, M. & Sørensen, G. (2005): Metode til test af fodringens indflydelse på ammoniak- og lugtemission, Meddelelse nr. 691 fra Landsudvalget for Svin, 2005. <http://www.lu.dk/index.aspx?id=c960628a-a70a-4433-9654-aa160ee77c3a>
- Mikkelsen, M.H., Gyldenkerne, S., Poulsen, H.D., Olesen, J.E. og Sommer, S.G. (2005): Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985-2002. Arbejdsrapport fra DMU nr. 204, 2005
- Miller K; Waller H G (2003): Scenarios, real options and integrated risk management. Long Range Planning, 36, 93–107
- Møller, H.B., Lund, I. & Sommer, S.G. (2000): Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. Bioresource Technology, 74. Pp. 223-229
- Nielsen, L.H.; Hjorth-Gregersen, K.N Thygesen, P. og Christensen, J. (2002): Samfundsøkonomiske analyser af biogasanlæg. Rapport 136. Fødevareøkonomisk Institut.
- Noe, E. (1999): Værdier, rationalitet og landbrugsproduktion. Pp 198.
- Noe, E. & Halberg, N. (2002): Research experience with tools to involve farmers and local institutions in developing more environmentally friendly practices. In: Hagedorn, K., 2002. Environmental co-operation and institutional change. – Theories and Policies for European Agriculture. Edward Elgar, Cheltenham, UK, P. 143-161.
- Noe, E. & Kristensen, T. (2003): Driftsledelsesmæssige udfordringer ved etablering af automatiske malkesystemer (AMS) i eksisterende mælkeproduktionssystemer. DJF rapport 47, 24 pp.
- Noe, E. & H. F. Alrøe (2005): The challenge of management of multidimensional enterprises analysed from a logopoietic perspective. (Submitted).
- Olesen, J.E., Andersen, J.M., Jacobsen, B.H., Hvelplund, T., Jørgensen, U., Schou, J.S., Graversen, J., Dalgaard, T. & Fenhann, J. (2001): Kvantificering af tre tiltag til reduktion af landbrugets udledning af drivhusgasser. DJF-rapport Markbrug 48
- Olesen, J.E. (2005): Drivhusgasser fra jordbruget – reduktionsmuligheder. DJF-rapport, Markbrug nr. 113. DJF
- Pedersen, P. (2004): Svovlsyrebehandling af gylle i slagtesvinestalde med drænet guly, Meddelelse nr. 683 fra Landsudvalget for Svin, 2004. <http://www.lu.dk/index.aspx?id=f021dad1-d8d8-4ed7-84d6-f1d08966ebcf>
- Poulsen, H.D. Børsting, C.F., Rom, H.B og Sommer, S.G. (2001): Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport nr. 36 Husdyrbrug. DJF
- Poulsen, H.D., Lund, P., Fernández, J.A. og Holm, P.B. (2003): Notat vedr. muligheder for at reducere husdyrgødningens indhold af kvælstof via fodringen. Forberedelse af VMP III, DJF
- Poulsen, H.D. & Hansen, J.F. (ed.) (2003): Fosfor i dansk landbrug – omsætning, tab og virkemidler. Teknisk arbejdsgrupperapport forud for VMPIII aftalen. Danmarks Jordbrugsforskning. Se vmp3.dk
- Poulsen, H.D. & Rubæk (2005): Fosfor i dansk landbrug. Omsætning, tab og virkemidler mod tab. DJF-rapport nr. 68, 211 pp.
- Sommer, S.G., Petersen, S.O. and Møller, H.B. 2004. Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. Nutr. Cycl. Agroecosys. 69:143-154.
- Sørensen, C.G.; Madsen, N. A.; Jacobsen, B.H. (2005): Organic Farming Scenarios: Operational Analysis and Costs of implementing Innovative Technologies. Biosystems Engineering (2005) 91 (2), 127–137

van der Schilden M (2003): Future scenarios of agroentrepreneurship. In: Management and Technology Applications to Empower Agriculture and Agro-Food Systems: XXX CIOSTA–CIGR V Congress Proceedings (Piccarolo P, ed), pp 3–14. Universitadegli Studi di Torino, Turin, Italy

Wiedema, B.P.; Thodberg, L.; Nielsen, A.H.; Kristensen, I.S.; Hermansen, J.; Hvid, S.K. (2002): Produktorienteret miljøindsats i landbrugets primærproduktion – vurdering af virkemidler. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 19, 2002

## Bilagsoversigt

Bilag 1	Projektbeskrivelsen fra ministerierne	2
Bilag 2.1	Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på fodring	5
Bilag 2.2	Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på stalde	6
Bilag 2.3	Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på gylleteknologier	7
Bilag 3.2.1.	Oversigt over muligheder med miljøoptimeret foder	8
Bilag 3.2.2.	Tilpasning af AAT- eller PBV- niveauet hos kvæg	16
Bilag 3.2.3.	Reduktion af PBV- niveau under normerne og sikkerhedsmargin	18
Bilag 3.2.4.	Varmebehandling af tilskudsfoder	19
Bilag 3.2.5.	Anvendelse af syntetiske aminosyrer	20
Bilag 3.2.6.	Tildelingsprincip og gruppedeling	21
Bilag 3.2.7.	Reduceret afgræsningstid	23
Bilag 3.2.8.	Indbinding af dyr i efterårsperioden	24
Bilag 3.2.9.	Hel eller delvis fjernelse af mineralsk fosfor	25
Bilag 3.2.10.	Reduktion af P ved valg af fodermidler	27
Bilag 3.3.1.	Ammoniak og lugtreducerende stalddesign	28
Bilag 3.3.2.	Lugtreducerende ventilation	33
Bilag 3.3.3.	Gyllebehandlingen i stalden	36
Bilag 3.3.4.	Luftrensning	38
Bilag 3.4.1.	Overdækning af lagre	40
Bilag 3.4.2.	Separering af gylle	44
Bilag 3.4.3.	Iltning og ozonbehandling	47
Bilag 3.4.4.	Energifremstilling	49
Bilag 3.5.1.	Gylle-transportssystemer	52
Bilag 3.5.2.	Gylleudbringningsteknologier	55
Bilag 4	Begreber i forhold til dokumentation og certificering	58
Bilag 5	Dokumentations- og certificeringsprincipper indenfor andre brancher	60

# Udredningsrapport for teknologier

– med særligt henblik på miljøeffektive teknologier til husdyrproduktionen

## BILAG

### BILAGSOVERSIGT

Bilag 1	Projektbeskrivelsen fra ministerierne	2
Bilag 2.1	Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på fodring	5
Bilag 2.2	Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på stalde	6
Bilag 2.3	Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på gylleteknologier	7
Bilag 3.2.1.	Oversigt over muligheder med miljøoptimeret foder	
Bilag 3.2.2.	Tilpasning af AAT- eller PBV- niveauet hos kvæg	16
Bilag 3.2.3.	Reduktion af PBV- niveau under normerne og sikkerhedsmargin	18
Bilag 3.2.4.	Varmebehandling af tilskudsfoder	19
Bilag 3.2.5.	Anvendelse af syntetiske aminosyrer	20
Bilag 3.2.6.	Tildelingsprincip og gruppedeling	21
Bilag 3.2.7.	Reduceret afgræsningstid	23
Bilag 3.2.8.	Indbinding af dyr i efterårsperioden	24
Bilag 3.2.9.	Hel eller delvis fjernelse af mineralsk fosfor	25
Bilag 3.2.10.	Reduktion af P ved valg af fodermidler	27
Bilag 3.3.1.	Ammoniak og lugtreducerende stalddesign	28
Bilag 3.3.2.	Lugtreducerende ventilation	33
Bilag 3.3.3.	Gyllebehandlingen i stalden	36
Bilag 3.3.4.	Luftrensning	38
Bilag 3.4.1.	Overdækning af lagre	40
Bilag 3.4.2.	Separering af gylle	44
Bilag 3.4.3.	Iltning og ozonbehandling	47
Bilag 3.4.4.	Energifremstilling	49
Bilag 3.5.1.	Gylle-transportssystemer	52
Bilag 3.5.2.	Gylleudbringningsteknologier	55
Bilag 4	Begreber i forhold til dokumentation og certificering	58
Bilag 5	Dokumentations- og certificeringsprincipper indenfor andre brancher	60

## Opfølgning på Regeringsgrundlaget "Nye mål"

### Teknologi

Miljøministeren har den 17. juni 2005 indgået en aftale med V, K, DF og RV om "principper for det kommende udrednings- og lovforberedende arbejde vedrørende miljøgodkendelser af husdyrbrug".

Udover aftalen om en ny lov om miljøgodkendelse af husdyrbrug omfatter Regeringsgrundlaget "Nye mål" to andre forslag, som også omfatter analyse af de teknologiske muligheder for at reducere miljøbelastningen på landbrugs- og husdyrproduktion. Der er dels tale om "Flerårsplanen for miljøvenlig og bæredygtig husdyrproduktion" samt "Handlingsplanen for miljøteknologi". Nærværende udredningsarbejde vedrørende teknologi skal medvirke til at regeringen kan fremlægge forslag til opfølgning af regeringsgrundlaget, som bygger på et gennemarbejdet og fagligt grundlag vedrørende ny teknologi.

### Baggrund

Med de nye miljøgodkendelser i medfør af den nye lov skal der kunne stilles krav om nedbringelse af lugtgener, ammoniakfordampning m.v., således der skabes incitament i form af styringsinstrumenter til anvendelse af ny teknologi, der kan komme miljøet og landmanden til gode. Der skal dog her skeles til, at der er forskel på hvor store akkumulerede krav, der kan stilles til hhv. en mindre og en større bedrift, da den økonomiske formåen er forskellig, lige som der skal være frit valg for landmanden til valg af relevant teknologi.

Endelig er det specifikt nævnt, at der skal ske en reduktion i udledningen af ammoniak per dyreenhed som et led i udvidelsen af produktionen. Der skal i den forbindelse tages hensyn til afstanden til ammoniakfølsomme naturområder.

Målsætningen er ifølge principaftalen at begrænse miljøbelastningen. Dette kan i et vist omfang ske ved at stille krav om at anvende ny og bedre teknologi og dermed fremme udviklingen af ny teknologi. Med aftalen iværksættes et samlet udredningsarbejde, som udover nærværende projektbeskrivelse vedrørende teknologi omfatter:

- Scenarier for ammoniak
- Erhvervs- og samfundsøkonomiske konsekvenser,
- Miljøeffekt

Der skal endvidere udarbejdes en vejledning til administrationen af den kommende lov.

Regeringens flerårsplan for miljøvenlig og bæredygtig husdyrproduktion skal blandt andet afdække behov for udvikling af teknologi, herunder miljøteknologi i husdyrproduktionen og de tilknyttede sektorer, og give forslag til hvordan udviklingen af sådanne teknologier kan fremmes. Som led i planen skal der identificeres videnbehov og regulering og andre forhold, der hæmmer anvendelsen af teknologierne.

### Formål



Med VMP III aftalen blev der iværksat fem pilotprojekter med henblik på at udvikle nye teknologier og metoder til at begrænse husdyrproduktionens påvirkning af miljø, natur og naboer. Arbejdsgruppen skal blandt andet med udgangspunkt i de foreløbige resultater af dette forskningsprogram vurdere mulighederne for udvikling og udbredelse af nye eller forbedrede teknologier.

Arbejdsgruppen skal i forhold til Handlingsplanen for miljøteknologi og Flerårsplanen for miljørigtig og bæredygtig husdyrproduktion vurdere behov for udvikling af teknologier i husdyrproduktionen og erfaringerne med udvikling og udbredelse af nye og allerede udviklede teknologier og metoder i såvel primærerhvervet som leverandørerne af input, maskiner, bygninger og inventar. Med teknologier menes samtlige teknologier, der medvirker til at nedbringe landbrugets miljøbelastning. Der skal lægges særlig vægt på teknologier, der kan bidrage til reduktion af landbrugets tab af næringsstoffer og lugt. Arbejdsgruppen skal samtidig identificere forhold, der hæmmer anvendelsen af teknologierne. Arbejdsgruppen skal vurdere perspektivet for udvikling af nye teknologier i forhold til såvel Danmark som EU og den globale husdyrproduktion.

I forhold til forslaget om krav om miljøgodkendelse fra 75 DE er formålet med nedsættelsen af udredningsgruppen vedrørende teknologi at udarbejde en udredning, der vurderer de nuværende regelbaserede og økonomiske incitamenter til anvendelse af moderne miljøteknologi og opstiller et katalog over nye teknologier, der vurderes at kunne anvendes eller kunne komme i anvendelse inden for en rimelig tidshorisont.

Så vidt muligt suppleres kataloget med en prognose for den fremtidige udvikling i anvendelsen af miljøteknologi under forskellige forudsætninger f.eks. som følge af skærpede miljøkrav. Prognosen skal danne grundlag for en beskrivelse af de miljømæssige- og erhvervsmæssige konsekvenser og ledsages af forslag til, hvordan der mest hensigtsmæssigt skabes yderligere incitamenter til anvendelse af miljøteknologi.

Der skal desuden tages stilling til mulighederne for dokumentation af effekten af nye miljøteknologier, herunder hvordan det mest hensigtsmæssigt kan sikres, at den anvendte miljøteknologi har den forventede effekt på lang sigt på de enkelte ejendomme. Der skal gives forslag til, hvordan miljøeffekten kan afprøves, og hvilke dokumentationskrav der kan identificeres, lige som der skal vurderes fordele og ulemper ved den eksisterende praksis i forbindelse med BAT byggebladene, og om mulighederne for en egentlig certificeringsordning.

Det er vigtigt, at udredningsarbejdet har en dynamisk tilgang til teknologiens implementering og anvendelsesmuligheder. Ved beskrivelse af en certificeringsordning eller en anden "blåstemping" af konkrete teknologier skal det overvejes, hvorledes det kan undgås, at selve certificeringsordningen virker konserverende, så det bliver vanskeligt at indføre nye og måske endnu bedre og billigere teknologier.

## Opgave

Arbejdsgruppen om teknologi skal konkret:

1. Udarbejde en beskrivelse af kendte teknologier og teknologier, der vurderes at være potentielle for snarlig ibrugtagning, samt beskrive videnbehov i forhold til udvikling af miljøteknologi.
2. Udarbejde en beskrivelse af de nuværende incitamenter til anvendelse af miljøteknologi i forhold til andre metoder til opfyldelse af skærpede emissionsgrænser.
3. Udarbejde prognoser/scenarier for den fremtidige anvendelse af miljøteknologi under forskellige forudsætninger – f.eks. individuelle emissionsgrænser begrundet i lokale forhold (ammoniakfølsomme naturtyper etc.)
4. Udarbejde en vurdering af de miljømæssige og erhvervsmæssige konsekvenser, som kan henføres direkte til anvendelsen af ny teknologi,.
5. Analysere barrierer og incitamenter til anvendelse af miljøteknologi der kan komme både miljø og erhverv til gode.
6. Mulighederne for dokumentation af effekten af ny miljøteknologi skal vurderes incl. mulighederne for dokumentation for effekten på lang sigt på de enkelte ejendomme.
7. Analysere hvordan miljøeffekten skal afprøves for ny miljøteknologi, samt udarbejde en vurdering af mulighederne for en egentlig certificeringsordning.

8. Deludredningsgruppens afrapportering skal tilrettelægges med henblik på at denne kan danne grundlag for den teknologiredegørelse, som Danmark i marts 2006 har givet tilsagn om at fremsende til EU.

### **Deludredningsgruppens sammensætning, organisering og tidsplan**

Deludredningsgruppen forventes at afholde 4 møder i løbet af efteråret med en delrapportering til brug for arbejdet med Fødevareministeriets Flerårsplan i december og med en afrapportering til brug for udarbejdelsen af lovforslag om miljøgodkendelse fra 75 DE senest 1. februar 2006.

I forbindelse med miljøministerens miljøteknologiske handlingsplan og Fødevareministerens handlingsplan for en bæredygtig husdyrproduktion planlægges en workshop om virkemidler med relevante aktører primo december teknologigruppen præsenterer et indlæg ved den lejlighed.

Deludredningsgruppen foreslås nedsat med repræsentation af :

- Landscentret( Ivar Ravn og Niels Lundgaard), DJF (Søren Mikkelsen (formand)) og Svend Christensen), Agro Business Park (Rene Damkjær), FØI (Johannes Christensen/Brian Jacobsen) og Skov- og Naturstyrelsen (Peter H. Schaarup), Plantedirektoratet (Morten Qvist/Ellis Sommer), Danske Slagterier (Merete Lyngby), Dansk Kvæg (Ole Aaes), Danmarks Miljøundersøgelser (Berit Hasler), Amtsrådsforeningen (Finn Larsen) og Direktoratet for FødevareErhverv (Lene Vejbæk).

Derudover kan deludredningsgruppen inddrage andre relevante interessenter ad hoc.

**Bilag 2.1 Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på fodring d. 12.12.2006 sammenskrevet af Hanne Damgaard Poulsen med bidrag fra deltagere i workshoppen**

<b>Foderteknologi /Biologi</b>	<b>Teknologiske forhold</b>	<b>Politisk/administrative forhold</b>	<b>Markedsmæssige /økonomiske forhold</b>	<b>Holdningsmæssige forhold</b>
<b>Generelle barrierer</b>	<p>Vidensbarriere - forskning - rådgivning (opdateret undervisning af rådgivere)</p> <p>Mgl. dokumenteret produktkvalitet</p> <p>Planteforædlere, plantedyrkere og husdyrbrugere/-forskere skal "trække på samme hammel" mod forbedrede foderafgrøder – synergi</p>	<p>Manglende råderum</p> <p>Individuelle udlednings- normer</p>	<p>Restlevetid af eksisterende teknologi; "det muliges kunst"</p> <p>Der findes allerede alternativer (eks. Industrielle aminosyrer)</p>	<p>Erkendelse af reelle barrierer ("erkende at noget ikke kan ændres")</p> <p>Erkende at miljøet er en naturlig del af manage- ment</p> <p>Skepsis overfor ny teknologi</p> <p>Tilsætning vs. plante- bundet gennem forædling.</p>
<b>Incitamenter</b>	<p>Strategi for langsigtet tværdisciplinær forsknings- indsats</p> <p>Opdateret rådgivning (og rådgivere) helt ud til brugerne</p>	<p>Målsætning for anvendelse af nye teknologier</p> <p>Større råderum</p>	<p>Mest miljø for pengene</p> <p>Målrettet definering og vurdering af kvalitet</p>	<p>Kort- vs. langsigtet</p> <p>Demonstrere konkrete samfundsgavnlige anvendelser</p> <p>Nuanceret og robust information</p> <p>Husk dyrevelfærd</p>

**Bilag 2.2 Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på stalde d. 12.12.2006 sammenskrevet af Peter H. Schaarup med bidrag fra deltagere i workshoppen**

<b>Staldteknologi</b>	<b>Teknologiske forhold</b>	<b>Politisk/ administrative forhold</b>	<b>Markedsmæssige /økonomiske forhold</b>	<b>Holdningsmæssige forhold</b>
<b>Barrierer</b>	Små virksomheder har trange kår.	Mangel på internationalt politisk fokus	Brug for bedre afprøvning/akkrediterede tests	Komplekse krav
<b>Løsning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Måltrettet og sammenhængende finansiering og udviklingstilskud</li> <li>- Flere innovationsmidler med mindre bureaukratisk ansøgningsprocedure</li> <li>- Bedre tilskud til igangsætning</li> <li>- Overskuelig adgang til områdets organisationer og myndigheder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brug af EU og internationale kanaler til udbredelse af danske erfaringer med miljøregulering og udvikling af miljøteknologi</li> <li>- Procedurer for gensidig anerkendelse af BAT-teknologier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Central akkreditering af testinstitutioner</li> <li>- Typegodkendelser af visse teknologier</li> <li>- Styrkelse af internationalt standardiseringsarbejde (Danmark for lille til nationale teknologiske standarder)</li> </ul>	Enkel kontrol
<b>Barrierer</b>	Små udviklingsmiljøer	Manglende efterspørgsel på miljøteknologi		
<b>Løsning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oprettelse af fora for udveksling af viden</li> <li>- Bedre samspil mellem forskere, industri og landbrug</li> <li>- Styrkelse af virksomhedsnetværk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klarere politiske mål</li> <li>- miljøgodkendelser med udgangspunkt i miljøemissioner</li> <li>- Opstramning af BAT-procedure</li> <li>- Ensartede retningslinier for godkendelse</li> </ul>		

**Bilag 2.3 Sammendrag af workshop om barrierer for og incitamenter til udvikling og ibrugtagning af ny teknologi - med fokus på gylleteknologier d. 12.12.2006 sammenskrevet af Ellis Sommer med bidrag fra deltagere i workshoppen**

<b>Gylleteknologi</b>	<b>Teknologiske forhold</b>	<b>Politisk/administrative forhold</b>	<b>Markedsmæssige /økonomiske forhold</b>	<b>Holdningsmæssige forhold</b>
<b>Barrierer</b>	Manglende krav og rettigheder til teknologier	Meget kapital bundet i jord og manglende økonomiske incitamenter	Manglende økonomiske incitamenter	Manglende forståelse af dansk landbrug som industri
<b>Løsning</b>	Certificering, dokumentation (uvildig myndighed)	Fjernelse af ejerkrav og ændring af handel med CO <sub>2</sub> -kvoter samt afgiftsfritagelse for bioenergi	Støtteordninger, f.eks. tilbageførsel af den samfundsøkonomiske gevinst	Åbenhed og markedsføring/klare fordele
<b>Barrierer</b>	Teknologisk udvikling: eksempelvis forbedret effektivitet og reduceret vandforbrug. Generel manglende forskning	Manglende visioner i lovgivning/vanetænkning og manglende gennemskuelighed	Dyre teknologier	Holdning til størrelse (stort er skidt, småt er godt)
<b>Løsning</b>	Forbehandling, evt. med enzymer. Mere forskning og innovation	Miljøgodkendelse som i industrien	Volumen/Globale marked – Danmark som innovationsland (sandkasse/rugekasse)	Tillid/lokal markedsføring/dialog /dokumentation
<b>Barrierer</b>	Manglende kommercialisering/ stort gab mellem pilot og fuld skala	Lokal modstand	Manglende marked for separationsprodukter	Modvillighed mod eventuel gene fra nye anlæg
<b>Løsning</b>	Demonstrationsanlæg/ fuldskala anlæg på forsøgsinstitutioner/ støtte til at føre produkter fra forskning til industrien (evt. pulje med innovationsmidler)	Centraliseret beslutningstager (f.eks. anlægsplacering, udpegning af sårbare zoner og fastsættelse af grænseværdier)	Deklarationer. Fortæl den ”gode” historie	Tag bekymringer alvorlige/synliggør fordele/ulemper. Medejerskab/økonomisk incitament hos naboer

### **Bilag 3.2.1. Oversigt over muligheder med miljøoptimeret foder**

#### **SLAGTESVIN**

##### **Brief**

Den billigste slagtesvineblanding med fytase medfører ca. 27 kg fosfor pr ha og ca. 134 kg N ab lager pr ha ved 1,4 DE pr ha. Fosforudbringningen kan nedbringes til ca. 20 kg pr ha for ca. 3 kr. pr gris, mens vurdering af økonomi i kvælstofreduktion afventer igangværende forsøg.

##### **Sammendrag**

Optimering af slagtesvinefoder med priser fra høst 2005 viser, at den billigste foderblanding, som overholder alle normer, indeholder ca. 4,6 gram fosfor og ca. 155 gram totalprotein pr foderenhed. Dette vil med effektivitet som landsgennemsnittet give 27 kg fosfor og 134 kg N pr ha ved 1,4 DE pr ha.

Fosforindholdet kan reduceres ned til 3,9 gram pr foderenhed, svarende til ca. 20 kg fosfor pr ha, for en meromkostning på ca. 3 kr. pr gris. Meromkostningen skyldes høj dosis fytase, og at man ikke kan anvende solsikkeskrå i blandingen, da fordøjeligheden af fosfor i solsikkeskrå er lav.

Den nuværende norm på 130 gram fordøjeligt råprotein begrænser mulighederne for at reducere proteinindholdet. Hvis man dropper minimumskravet på 130 g fordøjeligt råprotein pr. FEsv (foderenhed slagtesvin), er det muligt at sænke proteinindholdet med ca. 10 gram pr foderenhed samtidig med, at foderprisen falder 50 øre pr. 100 FEsv - selv om man overholder alle de nuværende normer. Ulempen er, at der så ikke er nogen sikkerhedsmargin på aminosyrerne tryptofan, valin, leucin, isoleucin, histidin, phenylalanin og tyrosin. Det giver en risiko for marginalt dårligere produktivitet, da normerne for disse aminosyrer ikke er testet i praksis i slagtesvinefoder. Hidtidige forsøg med lavere proteinindhold end minimumsnormen har vist et moderat fald i kødprocent, men det er uklart om dette vil gælde, hvis forsøget gennemføres med foder optimeret i det nye fodervurderingssystem.

Igangværende forsøg vil afklare, om det er muligt at sænke råproteinindholdet uden tab i produktivitet.

Man skal være specielt forsigtig med at reducere proteinindholdet i vådfoder, da der er betydelig risiko for tab af tilsatte aminosyrer pga. fermentering i rør og blandekar. Herved vil økonomien i lavproteinfoder forværres.

##### **Indledning**

Vores normtal for indhold af N og P i slagtesvinefoder og dermed i slagtesvinegødning er en konsekvens af, at foderstofbranchen normalt tilstræber at producere den billigst mulige blanding som lever op til Landsudvalget for Svins normsæt. Vi har gennemført en række optimeringer af slagtesvinefoder for at se på priseffekt af de optimeringskrav, der anvendes. Udgangspriserne har været priser omkring høst 2005.

I tabel 1 er vist et uddrag af de mange blandinger, der er fremkommet ved vores optimeringer. Tabellen indeholder desuden bud på den produktionsmæssige konsekvens i form af evt. tab pr. gris ved at ændre på optimeringskravene.

### **Udgangspunktet, den billigste blanding**

Den billigste foderblanding indeholder 6 % rapsskrå og 8 % solsikkekrå, da anvendelse af disse fodermidler som delvis erstatning for sojaskrå gør foderet billigere. De 6 og 8 % er maksimal iblanding, svarende til maksimum fra praksis. Andelen af byg har stor betydning for foderprisen, da byg er væsentligt dyrere pr. foderenhed end hvede. Bygandelen er holdt fast på 15 % i alle blandinger. Indholdet af råprotein og fosfor er stort set som i "normtalsfoder", som er gennemsnitsfoder fra 2003 og 2004. Ulempen ved raps- og solsikkeprodukter er, at både protein- og fosforfordøjeligheden er lavere end i sojaskrå, hvorfor foder med raps og solsikke indeholder mere protein og fosfor, end hvis man producerer foder alene med korn og sojaskrå.

De anvendte priser er indkøbspriser på foderstoffabrikkerne og derfor noget lavere end salgspriserne, som jo skal give plads til både blande- transport- og personaleomkostninger - og evt. fortjeneste.

Nedenstående beregninger vedrører alene omkostninger ved krav til færdigfoders protein- og fosforindhold. I hjemmeblandet foder baseret på indkøbt tilskudsfoder er omkostningerne nogenlunde de samme, mens omkostningerne ved især fosforreduktion er mindre, hvis foderet er baseret på "blanding fra bunden" med alene korn og sojaskrå. Anvendes alene korn og sojaskrå indeholder den billigste slagtesvineblanding 4,1 – 4,2 gram fosfor pr FEsv, og prisen for at gå ned på 3,9 gram er ca. 50 øre pr. 100 FEsv eller 1 kr. pr. produceret slagtesvin. Fosforminimering er derfor billig i denne besætningstype.

### **Omkostningsgivende optimeringskrav**

I frit optimeret slagtesvinefoder er de omkostningskrævende optimeringskrav af relevans for miljøet:

1. Krav til minimumsindhold af aminosyrer
2. Krav til minimumsindhold af fordøjeligt råprotein
3. Krav til minimumsindhold af fordøjeligt fosfor.

Hvis man vil lave miljøoptimerede blandinger, kommer der 2 yderligere krav, nemlig

4. Krav til maksimalt indhold af protein pr FEsv
5. Krav til maksimal indhold af fosfor pr FEsv

Når man kombinerer krav om minimumsindhold af fordøjelige næringsstoffer med maksimumsindhold af de samme næringsstoffer, stiger kravet til fordøjeligheden.

For fosfor kan dette delvist løses med tildeling af fytase, men bliver kravene lidt "hårdere", giver det restriktioner på mulighederne for at anvende raps- og især solsikkeprodukter, hvilket medfører en betydelig meromkostning.

Ved proteinminimering er det især kravet til fordøjeligt råprotein, som begrænser mulighederne. Formålet med normen for fordøjeligt råprotein er at sikre, at der altid er nok af de aminosyrer, man

ikke kan tilsætte til realistiske priser. Det er faktisk muligt at producere foderet marginalt billigere (50 øre pr. 100 FEsv), hvis man dropper kravet til fordøjeligt råprotein, samtidig med at alle aminosyrenormer fortsat overholdes. Konsekvensen er, at man fjerner sikkerhedsmargin på aminosyrerne tryptofan, valin, leucin, isoleucin, histidin, tyrosin og phenylalanin – og dermed forlader sig på, at alle disse normer er korrekte, selv om de reelt er meget dårligt testede i praksis. Tidligere forsøg tyder på, at nedsættelse af kravet til fordøjeligt råprotein kan give et lille produktionstab, primært pga. lidt lavere kødprocent.

Igangværende forsøg vil afklare, om det er muligt at sænke vores nuværende minimumsnorm på 130 g fordøjeligt råprotein pr. FEsv.

Hvis man i samme foder vil minimere både protein og fosfor er der lidt synergi, fordi mindre protein i foderet samtidig sænker bidraget af plantefosfor med lav fordøjelighed. Det skyldes, at proteinfodermidler indeholder meget fosfor – samtidig med, at fordøjeligheden er lav.

Omkostninger ved forskellige optimeringskrav og beregnede konsekvenser for næringsstoffer pr. ha er vist i tabel 1. Tabel 1 indeholder desuden skøn over omkostninger til produktionstab for grisene, dels pga. foderpris og dels pga. produktionstab. Produktionstab forventes alene at vedrøre tab pga. marginal aminosyreforsyning – ud fra tidligere forsøg forventes et lille fald i kødprocent. Da de første 6 blandinger indeholder samme mængde fordøjeligt fosfor er der ikke noget produktionstab pga. fordøjeligt fosfor. For blanding 7, som er 5 % under norm for både aminosyrer og fordøjeligt fosfor, vil produktionstabet primært stamme fra aminosyremangel, da fosforbehovet er lavere, når der mangler aminosyrer.

**Tabel. Omkostninger ved miljøoptimeret slagtesvinefoder**

**Omkostningsgivende krav er markeret sort. Produktionstab ved lavprotein er skøn.**

Blanding	0	1	2	3	4	5	6	7
Blanding	Normtal 05(=foder 03/04)	Billigste, Alle normer overholdt fri P 4,2 P 3,9 P			Billigste uden krav til fordøjeligt råprot.		Råprotein og P har max-krav Tryptofankrav	Billigste, kun 95% af norm både N og P
Råprot/FEsv	157	155	155	154	147	144	145 (max)	138
F. råprot/FEsv	?	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	122	121	121	115
P, g / FEsv	4,7*	4,6	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	4,5	<b>4,2</b>	<b>3,9</b> (Max)	<b>3,9</b> (max)
F. P, g / FEsv	(2,2)	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,1</b>
Lys,treo,met	(norm)	<b>Norm</b>			<b>norm</b>		<b>norm</b>	<b>95% af norm</b>
Valin, leu m.fl		> norm			<b>norm</b>		<b>norm</b>	<b>95% af norm</b>
Tryptofan		1,56	1,58	1,62	1,44	1,46	<b>1,50</b>	1,39
Fytasedosis % af standard	(90 % af foder) ?	100	200	200	100	100	200	200
Øre/FEsv		95,7	96,4	97,1	95,1	95,7	96,7	94,5
Merpris foder, kr. pr gris		0	1,4	2,8	- 1	0	2	- 2
Produktionstab kr. pr gris, bud		0	0	0	0 – 5	0 – 5	0 - 4	5 -10
Omkostning ialt pr gris, kr.		0	1,4	3	-1 – 4	0 – 5	2 - 6	3 - 8
FEsv / kg tilv.	2,87	2,87	2,87	2,87	2,88	2,88	2,88	2,92
N ab lager pr 1,4 DE**	135	131	131	130	121	117	118	111
P pr 1,4 DE	28	27	23	20	26	23	20	20

\*Der blev analyseret mere fosfor end deklareret i 2003/2004, formentlig fordi tabelværdier for fosfor var for lav i nogle fodermidler. I denne fodringssæson falder det gennemsnitlige fosforindhold formentlig lidt pga. ændrede tabelværdier,



*og fordi hjemmeblandet foder indeholder mindre fosfor, da der også anvendes fytase ved hjemmeblanding efter at fosforafgiften er trådt i kraft.*

*\*\* N ab lager er beregnet med fordampning som ved delvis spaltegulv og normforudsætninger, dog er indregnet marginalt højere foderforbrug ved lavere proteinforsyning.*

Det fremgår af ovenstående tabel, at der pr 1,4 DE pr ha gælder følgende:

1. Den billigste foderblanding medfører 131 kg N ab lager og 27 kg fosfor pr 1,4 DE.
2. Det koster 1-2 kr. pr. gris at komme ned på 23 kg fosfor og ca. 3 kr. pr. gris at komme ned på 20 kg fosfor pr. ha, hvis man alene minimerer på fosfor.
3. Det er muligt at komme ned på ca. 120 kg N for en meromkostning på 0 - 5 kr. pr. gris. Der mangler forsøgsgrundlag til et præcist tal.
4. Det er muligt at komme ned på både 120 kg N og 20 kg fosfor for en omkostning på 2 - 6 kr. pr. gris.

I dag er der god forsøgsmæssig dokumentation for, at slagtesvins produktivitet er uændret, hvis blot normen for fordøjeligt fosfor overholdes. Det er endvidere undersøgt med forsøg i praksis, hvor meget fosfor grisene kan nøjes med, når der er fytase i foderet. Det forventes, at fosforreduktionerne som angivet i tabellen kan gennemføres uden tab i produktivitet.

Produktionstab ved nedgang i protein er desværre mest et "kvalificeret gæt". I dag har vi minimumsnormer for fordøjeligt råprotein, da det opfattes som en billig sikkerhedsmargin for de aminosyrer, som man ikke kan tilsætte - og ikke har ret gode test af normen på. Det er f.eks. muligt, at vores nuværende tryptofannorm på 1,4 g pr. FESv bliver hævet til 1,5 gram. Så vil flere af lavproteinblandingerne være i konflikt med den nye norm – alternativt koste 1 krone mere pr 100 kg, hvis der skal være 1,5 gram tryptofan i. Der er angivet et interval for tabets størrelse ved at gå under 130 g fordøjeligt råprotein, fordi det er sandsynligt, at en eller flere aminosyrer kommer lige på kanten af det optimale.

Der er forsøg i gang med henblik på at afklare økonomien ved reduktion af protein – dels ved at sænke kravet til fordøjelig råprotein, dels med fasefodring og dels med underforsyning med alle aminosyrer.

Der er lidt vekselvirkning mellem kravene. Et lavt fosforkrav "gør lidt mere ondt", hvis der samtidig skal være minimum 130 g fordøjeligt råprotein.

Til sidst skal nævnes, at beregningerne er lavet med et bestemt prissæt og et udvalg af råvarer. Det er muligt, at prisrelationerne ændres over tid. Desuden kan ændringer i vores viden ændre de økonomiske vurderinger – f.eks. ny viden om fosforfordøjelighed i raps, solsikke og hvedeklid eller vores viden om minimumsbehov for fordøjeligt råprotein.

I praksis kan der for den enkelte besætning være betydeligt større omkostninger ved at købe færdigfoder med maksimumskrav til protein og/eller fosfor. Det skyldes, at disse blandinger ikke indgår i standardsortimentet og derfor ofte udløser "specialblandingspris".

Til sidst skal nævnes, at proteinminimering kan være farligt i besætninger med vådfoder. Det skyldes, at der sker tab af syntetiske aminosyrer ved den naturlige fermentering i vådfoder. I vådfoder er det derfor mere sikkert med en højere proteinandel, da en større del af aminosyrerne

derved er proteinbundet. Budet på omkostninger ved proteinminimering i tabel 1 forudsætter, at der anvendes tørfoder. I vådfoder forventes tabet at være større, men der er ikke data, som kan dokumentere tabets størrelse.

### Økonomi

Samlet udgør omkostningerne 0-4 kr. pr. gris pga. muligt fald i produktivitet, primært lidt lavere kødprocent. Dette svarer til ca. 0-140 kr. pr. DE.

Det lavere råproteinniveau betyder en lavere N-tilførsel til marken, der så kompenseres med øget køb af N i handelsgødning, hvilket kræver dokumentation. Tabet i gødningsværdi svarer til yderligere 34 kr. pr DE ved en N-pris på 4 kr. Reduktionen antages at udgøre 8,5 kg plantetilgængeligt N pr. DE. Omkostningen indgår ikke i beregningerne.

Reduktionen i ammoniakfordampningen er ca. 3,3 kg NH<sub>3</sub>-N pr. DE ved blanding 6 og 4,7 kg NH<sub>3</sub>-N ved blanding 7. Omkostningen pr kg NH<sub>3</sub>-N reduceret er fra 0-50 kr. ved blanding 6 og fra 28-75 kr. ved blanding 7, når man ikke tager hensyn til manglende gødningsværdi. Det er vurderet, at det lavere N indhold reducerer N-udvaskningen med 0,7 kg N pr. ha, når man antager, at 20 kg N fra husdyrgødning til erstatning af handelsgødning øger udvaskningen med 1 kg pr ha. (Personlig meddelelse Per Tybirk, 2006, Landsudvalget for Svin).

	Kr. pr. slagtesvin	Reduktion Kg NH <sub>3</sub> -N / DE	Kr. / DE	Kr./NH <sub>3</sub> -N
Reduktion af råprotein under norm	0-4	3,3	0-140	0-40
Reduktion af aminosyrer 5% under norm	3-8	4,7	105- 280	22-60

*BEM: Tab som følge af lavere N i gødning indgår ikke*

For fosfor er det antaget, at forskellen mellem blanding 2 og 1, samt 3 og 1 udgør de omkostninger og den effekt, der kan opnås. Omkostningen udgør henholdsvis 1,4 og 3 kr. pr. gris eller ca. 50 og 105 kr. pr. DE. Reduktionen i fosforudskillelsen udgør henholdsvis 2,9 og 5 kg P pr. DE. Omkostningen udgør herefter 17 og 21 kr. pr. kg P i reduceret udskillelse. Da der er en vekselvirkning med proteintildeling, er der i tabellen angivet større intervaller.

## SØER OG SMÅGRISE

### Minimering af proteinniveau i sofoder ved kombination af fasefodring og anvendelse af frie aminosyrer

Virkningsmåde: Reduktion af ammoniakfordampning

Referencesystem: Lands gennemsnit for fodring i 2004, svarende til normtal 2005. Lands gennemsnit svarer til delvis implementering af både anvendelse af frie aminosyrer og fasefodring.

### Resume

Ved kombination af fasefodring og anvendelse af frie aminosyrer kan man reducere ammoniakfordampningen med 21-27 % afhængig af andelen af søer, som får drægtighedsfoder.

## **Beskrivelse**

Der er fastlagt minimumsnormer for foderets indhold af fordøjeligt råprotein, som er 110 gram standardiseret tyndtarmsfordøjet råprotein pr foderenhed til diegivende søer og 90 gram standardiseret tyndtarmsfordøjet råprotein til drægtige søer. Disse niveauer af såkaldt standardiseret tyndtarmsfordøjet råprotein svarer til 108 henholdsvis 88 gram tilsyneladende fæces fordøjeligt råprotein pr foderenhed, som er det tal, som skal bruges til beregning af ammonium-N i gødning. I det følgende bruges de fæcesfordøjelige niveauer, da dette er det relevante ved beregning af ammoniakfordampning.

Forsøg har vist, at disse proteinniveauer giver uændret produktivitet, hvis aminosyrenormerne overholdes ved tilsætning af lysin, methionin og treonin, og hvis lavproteinblandingen kun anvendes fra løbning og indtil en uge før faring.

Det er indholdet af fordøjeligt råprotein pr foderenhed, som bestemmer produktionen af urinstof og dermed ammoniumindholdet i gylle. Mængden af ufordøjeligt protein påvirker kun den organisk bundne kvælstofmænde i gødningen, som ikke forventes at påvirke ammoniakfordampningen.

Når N-indholdet i gødningen sænkes, sænkes pH i gødningen. Derfor sænkes ammoniakfordampningen mere end faldet i ammonium N. Forsøgene tyder på, at faldet i ammoniakfordampning er minimum 1,5 gange faldet i total N.

## **Fordele og ulemper**

Anvendelse af lavproteinfoder til drægtige søer med kun 88 gram ford. råprotein pr foderenhed forudsætter, at man er meget opmærksom på, at søerne kun får denne blanding i perioden fra løbning og indtil 5-7 dage før faring. I perioden lige efter fravæning og kort før faring skal søerne have et lidt højere proteinindhold, ligesom man indtil videre anbefaler sofoder til polte og orner.

I nogle besætninger kniber det med tid nok mellem indsættelse i farestald og faring til at anvende det minimale indhold af protein. Tilsvarende kan besætningens opbygning bevirke, at man er nødt til at bruge diegivningsfoder i en del af drægtighedsperioden, fx hvis søerne er opstaldet i løbeafdelingen i 4 uger.

I nogle besætninger kan det derfor være hensigtsmæssig med et lidt højere indhold af ford. råprotein i drægtighedsfoderet, så man kan bruge drægtighedsfoderet til en større andel af søerne.

I besætninger med vådfoder kan det være problematisk at anvende for stor andel af frie aminosyrer, specielt i diegivningsfoderet, fordi mikrobiel fermentering i vådfoderrørene forbruger de tilsatte frie aminosyrer. Man kan i nogle besætninger tabe op mod halvdelen af de frie aminosyrer pga. denne problemstilling – og kan være nødt til at køre med stor overdosering af de frie aminosyrer for at kompensere for tabet, hvilket fordyrer foderet.

## **Forudsætninger og opnåelig effekt på ammoniakfordampning**

Følgende blandinger er relevante ved fasefodring af søer og kan kombineres på flere måder, som vist i tabel 1.

Blanding 1. Diegivningsfoder med 108 g ford. råprotein og 6,0 g ford. lysin. Kan evt. anvendes i hele cyclus og vil herved sænke indholdet i gødning i forhold til normtal.

Blanding 2. Drægtigheds- og poltefoder med 5,0 gram ford. lysin og 98 g ford. råprotein. Med dette indhold forventes en sådan foderblanding at kunne anvendes til alle polte, søer og orner udenfor farestalden, men dette er dog ikke testet i forsøg.

Blanding 3. Drægtighedsfoder med 88 gram ford. råprotein og 4,0 g ford. lysin pr foderenhed. Anvendes alene i perioden fra løbning til 5-7 dage før faring.

Blanding 4. Landsgennemsnitsfoder anno 2004 med 143 g totalprotein pr foderenhed – formentlig lig med ca. 117 g ford fæces råprotein pr foderenhed.

**Tabel 1. Mulige anvendelser af fasefodring i praksis og beregnet effekt på indhold i gødning og ammoniakfordampning**

Staldafdeling	FE pr årssø	Normtal	Model 1 uden fase	Model 2	Model 3	Model 4
Farestald	500	4	1	1	1	1
Løbestald 14 dage	130	4	1	1		2
Løbestald 28 dage	210	4	1		2	
Polte	110	4	1	1	2	2
ørner	50	4	1	1	2	2
Drægtige 7-110	652	4	1	3		3
Drægtige 21-110	572	4	1		2	
F. protein, gns		117	108	99	101	97
Totalprot, gns		143	134	124	126	121
Total N pr sø		27,2	25,2	22,9	23,3	22,2
NH <sub>4</sub> -N pr sø		21,0	19,1	17,1	17,5	16,6
Fald i total-N		0	7 %	16 %	14 %	18 %
Fald i NH <sub>4</sub> -N		0	9 %	19 %	17 %	21 %
Fald i fordampning.		0	11 %	24 %	21 %	27 %

### Økonomi

I besætninger, der anvender tørfoder, forventes uændret produktivitet med fasefodring og lavproteinfoder. Lavproteinblandinger er faktisk marginalt billigere end samme foder uden frie aminosyrer, og anvendelse af drægtighedsfoder med lavere indhold af aminosyrer sænker den gennemsnitlige foderpris.

Omvendt kræver det investering i foderanlæg til håndtering af fasefodring.

Ved nybyggeri til besætninger over ca. 100 søer vil det på lang sigt være rentabelt at investere i fasefodring, da besparelsen overstiger merinvesteringen. Økonomien er mere tvivlsom i eksisterende besætninger og afhænger af det eksisterende fordringsanlægs opbygning og restlevetiden for det eksisterende staldsystem. Der er her antaget, at omkostningerne udgør ca. 0 kr. pr. DE, og at det kun implementeres i nye stalde.

Det lavere N-indhold betyder, at der skal ske et øget indkøb af handelsgødning, hvilket kun kan lade sig gøre, hvis reduktionen er dokumenteret.. Dette er ikke indregnet. Reduktion i NH<sub>3</sub>-N udgør 0,84 kg NH<sub>3</sub>-N pr. årssø svarende til 3,6 kg pr. DE.

Ved fasefodring og råvarebegrænsning er omkostningerne sat til ca. 100 kr. pr. DE. Reduktion i NH<sub>3</sub>-N udgøres 4,6 kg NH<sub>3</sub>-N pr. DE. Omkostningen udgør her derfor 22 kr. pr. kg NH<sub>3</sub>-N.

De økonomiske antagelser er fra Landsudvalget for Svin.

For fosfor vurderes en reduktion i P tildeling på 11 % til sør at kunne ske uden yderligere omkostninger, hvorimod en større reduktion (23 %) vil have omkostninger på ca. 200 kr. pr. DE. Omkostningerne er opgjort af Landsudvalget for Svin (Personlig meddelelse Per Tybirk, Landskonsulent, Landscentret, 2006), som har beregnet priser på foder, hvor totalfosfor er reduceret, samtidig med at normerne for fordøjeligt fosfor er overholdt. Reduktionen sker ved en kombination af øget fytasedosis og begrænsning i råvarevalg.

### **Kontrol**

Indholdet af fordøjeligt råprotein kan kontrolleres på indlægssedler eller blandeforskrift. Da disse normalt indeholder både totalprotein og fordøjeligt protein er det også muligt analytisk at kontrollere via kontrol af totalprotein. Man forudsætter her, at forholdet mellem totalprotein og fordøjeligt protein er som på blandeforskriften.

Hvis dokumentationen alene var relateret til totalprotein ville det vanskeliggøre anvendelse af fiberrige råvarer i drægtighedsfoder, da fiberrige råvarer medfører højere totalproteinindhold ved samme indhold af fordøjeligt protein. Men hvis kontrollen relateres til fordøjeligt råprotein vil ammoniakreduktion godt kunne forenes med velfærdsfoder.

### **Forskning og udvikling**

Det er muligt, at proteinindhold yderligere kan reduceres i drægtighedsfoder, men det vil kræve nye langvarige forsøg for at afklare, om minimumsgrænsen for protein kan være lavere i drægtighedsfoder, hvis dette er tilsat frie aminosyrer.

### Bilag 3.2.2. Tilpasning af AAT- eller PBV- niveauet hos kvæg

Virkningsmåde: Reduktion af ammoniakfordampning

Referencesystem: Fodring efter nuværende gennemsnitsniveau, hvor emissionen af N i stalden ligger på ca. 9,5 kg N pr. årsko, ud fra følgende forudsætninger: Emissionsfaktoren er beregnet ud fra en sengebåsestald, hvor emissionen fra total N er 8 %. Da der ikke er emission fra gødningen, og urin-N udgør ca. 47 % af den totale udskillelse i en gennemsnitsbesætning, er emissionsfaktoren for ammonium-N sat til 15.

#### Beskrivelse

Det gennemsnitlige AAT og PBV niveau i Danmark er ikke sikkert bestemt, men antagelsen er at der fødes med ca 95 gram AAT og ca.15 gram PBV pr. FE. Det nødvendige niveau for at sikre tilstrækkelig sikkerhedsmargin i proteinforsyningen er ca. 94 gram AAT og 5 gram PBV. Det betyder, at en reduktion af N-udskillelsen ved at reducere PBV vil reducere urin-N med ca. 12 kg N i gennemsnit pr. årsko. Det kan ske uden ydelsesreduktion. Med en emissionsfaktor på 15 % for ammonium-N giver det en reduceret emission på ca. 1,8 kg N pr. årsko. En reduktion i N-emission på 1,8 kg pr årsko svarer til 1,5 kg pr DE af stor race.

En tilpasning af AAT vil give samme virkning som PBV. Imidlertid skyldes en væsentlig overfodring med AAT oftest, at behovet for PBV ikke er opfyldt. Samtidig er en vis sikkerhedsmargin til normen ønsket af mange rådgivere, fordi en mangel på AAT giver en væsentlig ydelsesnedgang. I de fleste rationer er AAT dog begrænsende, hvorfor tilskudsfoderet i høj grad afpasses til dette. Virkning af tilpasning af både AAT og PBV indgår i de 12 kg.

Med hensyn til opdræt, kan der også være et reduktionspotentiale af samme størrelse pr. DE som fra køer. Det betinger dog, at kviernes afgræsning reduceres væsentligt, og proteinforsyningen afbalanceres i sommermånederne. Det er ikke hensigtsmæssigt.

Ammoniakfordampning	Der kan opnås en reduktion på ca. 1,8 kg N pr. årsko (1,5 kg N/DE stor race og 1,8 kg N/DE jersey) i forhold til gennemsnitsemmissionen.
Lugt	Vides ikke
Virkning på N i lager	Reducerer gyllens værdi med 8,5 kg pr. DE
Driftsomkostninger	Evt. omlægning af markdrift og kraftfoderindkøb

#### Fordele og ulemper

Fordelen ved at reducere AAT/PBV er en mindre energigevinst ved, at overskydende N ikke skal omsættes i dyret, men ulemperne er væsentlig mindre sikkerhed i forsyningen. Samtidig kan fodermidlernes naturlige indhold gøre det både dyrt og vanskeligt at tilpasse rationen. Det gælder især ved afgræsning, hvor der satses på størst mulig græsoptagelse. Især økologiske bedrifter med meget kløvergræs kan have en meget høj N-udskillelse med urin i den periode.

Tilpasning af rationens proteinniveau kan også medføre, at rationen får en u hensigtsmæssig sammensætning i forhold til vommiljøet. Det kan øge sygdomsfrekvensen. Det er også en stor ulempe, at kravet til N-udnyttelse i gødningen er konstant, uanset fordelingen af N på organisk og uorganisk form. Det betyder tab i udbytte i marken, når mængden af urin-N reduceres.

## **Økonomi**

Meromkostningerne er vanskelige at forudsige, men der behøver ikke være nogen. Hvis alle reducerer proteinniveauet, så normtallene reduceres, vil det ikke betyde noget for gødningsniveauet til afgrøderne, men gødningens værdi vil være væsentlig ringere, da der er mindre uorganisk N i gødningen.

Med faste udnyttelseskrav til husdyrgødning, vil markudbytte påvirkes. Derfor bør økonomien i marken undersøges. Kontrol af niveauet kræver økonomisk tunge kontroller. Der er ikke umiddelbart nogen særlig størrelsesvirkning på dette område.

Det vurderes, at N-indholdet i gødningen reduceres med 8,5 kg N pr. DE. De øgede omkostninger til køb af handelsgødning udgør 4 kr. pr. kg N, og en forventet udnyttelse på 70 % betyder, at omkostningen udgør 24 kr. pr. DE. Ved en ammoniakreduktion på ca. 1,5 kg N pr. DE bliver omkostningerne ca. 16 kr. pr kg NH<sub>3</sub>-N reduktion. I lighed med fodring af svin indregnes omkostninger til øget indkøb af handelsgødning dog ikke i opgørelsen. De samlede omkostninger sættes derfor til 0 i økonomiberegningerne.

## **Kontrolmuligheder**

Foderplaner og effektivitetskontroller kan vise AAT og PBV niveauet.

## **Forskning og udvikling**

Bedre viden om recirkulering af N til vommen kan øge sikkerheden ved reduceret PBV, men er ikke en betingelse så længe sikkerhedsmargin opretholdes.

### Bilag 3.2.3. Reduktion af PBV- niveau under normerne og sikkerhedsmargin

Virkningsmåde: Reduktion af ammoniakfordampning

Referencesystem: Fodring efter norm + nødvendig sikkerhedsmargin for AAT og PBV

#### Beskrivelse

En reduktion af N-udskillelsen ved at reducere PBV vil reducere urin-N. Der kan være en ydelsesreduktion på ca. 1,2 kg EKM ved at sænke PBV med yderligere 200 gram pr. dag i forhold til normerne.

Resumé	
Ammoniakfordampning	Der kan opnås en yderligere reduktion på ca. 1,5 kg N pr. årsko (1,3 kg pr. DE) i forhold til at reducere inden for normerne.
Lugt	Vides ikke
Virkning på N i lager og mark	Reducerer gyllens værdi med yderligere 7 kg pr. DE
Driftsomkostninger	Evt. omlægning af markdrift og kraftfoderindkøb

#### Fordele og ulemper

Fordelen ved at reducere PBV til et niveau under normerne er en mindre energigevinst, men ulemperne er en sandsynlig ydelsesreduktion. Samtidig kan fodermidlernes naturlige indhold gøre det både dyrt og vanskeligt at tilpasse rationen. Ved afgræsning, hvor der satses på størst mulig græsoptagelse, vil en så stor reduktion i PBV stort set være udelukket.

Tilpasning af rationens proteinniveau kan også medføre, at rationen får en u hensigtsmæssig sammensætning i forhold til vommiljøet. Det kan øge sygdomsfrekvensen. Det er også en stor ulempe, at kravet til N-udnyttelse i gødningen er konstant, uanset fordelingen af N på organisk og uorganisk form. Det betyder tab af udbytte i marken, når mængden af urin-N reduceres.

#### Økonomi

Der vil være et ydelsestab, men eventuel meromkostningerne til foder er vanskelig at forudsige. Da foderudnyttelsen er dårligere ved meget lav proteinforsyning, bliver tabet sandsynligvis lig med mælkeprisen, eller op mod 600 kr. pr. årsko. Økonomien i marken bør ligeledes undersøges, da forholdene omkring gyllens værdi er de samme som tidligere nævnt.

Der er stor usikkerhed m.h.t., hvad reduktionen vil betyde for foderudnyttelsen, hvorfor det er meget usikre antagelser, der ligger bag omkostningsberegningen. Med et ydelsesfald vil omkostningerne blive store pr. kg. N. En omkostning på ca. 600 kr. pr. årsko svarer til ca. 500 kr. pr. DE. Der er ingen størrelseseffekt.

#### Kontrol

Foderplaner og effektivitetskontroller kan vise AAT og PBV niveauet.

#### Forskning og udvikling

Inddragelse af recirkulering af N til vommen kan øge sikkerheden ved reduceret PBV.



### Bilag 3.2.4. Varmebehandling af tilskudsfoder

Virkningsmåde: Reduktion af ammoniakfordampning

Referencesystem: Fodring efter nuværende gennemsnitsniveau

#### Beskrivelse

Foderets AAT-værdi kan øges vha. varmebehandling. Det mindsker PBV- overskuddet i mange rationer.

Ammoniakfordampning	Måske op til 5 % reduktion eller 0,4 kg pr. DE
Lugt	Vides ikke
Virkning på N i lager og mark	Reducerer gyllens indhold med ca. 3 kg N pr. årsko
Merudgift	Mellem 6 og 30 kr. pr 100 kg foder eller 100 – 500 kr. pr årsko

#### Fordele og ulemper

Det er lettere at afpasse foderrationen med AAT og PBV, når der kan anvendes proteinbeskyttede fodermidler med høj AAT. Ulempen er prisen på behandlingen, der kan variere væsentligt. Samtidig har det en negativ betydning for forholdet mellem organisk og uorganisk N i gødningen. Ved anvendelse af for store mængder beskyttet protein kan der opstå mangel på nedbrudte aminosyrer i vommen samt mangel på forgrenede kortekædede fedtsyrer, som dannes ved nedbrydning af protein.

#### Økonomi

Prisen for at beskytte proteinet udgør 6 – 30 kr. pr. 100 kg. Merudgiften pr. årsko kan derfor ligge fra under 100 kr. til omkring 500 kr. eller 85 – 430 kr. pr. DE. Udgiften er ikke afhængig af besætningsstørrelsen.

Det vil sandsynligvis være væsentlig under halvdelen af besætningerne, hvor dette kan være aktuelt. Målt i forhold til reduktionen i  $\text{NH}_3$  tab på 0,4  $\text{NH}_3\text{-N}$  pr. DE er omkostningseffektiviteten 210-1.100 kr. pr. kg  $\text{NH}_3\text{-N}$ .

### Bilag 3.2.5. Anvendelse af syntetiske aminosyrer

Virkningsmåde: Reduktion af ammoniakfordampning

Referencesystem: Fodring med normale fodermidler

#### Beskrivelse

Anvendelse af vombeskyttede aminosyrer, med henblik på at kunne sænke proteinniveauet i rationen, har vi ikke erfaring med i Danmark. Derfor ved vi ikke hvad der kan opnås af den vej. Derimod ved vi, at tilskud af methionin og/eller lysin kan hæve proteinydelsen hvis andelen af denne aminosyre er for lav i rationen. Da vi generelt suboptimerer med hensyn til methionin, kan der være mellem 30 og 50 gram mælkeprotein pr dag i måske halvdelen af laktationen. Det giver et øget N-forbrug til mælkeprotein på max. 1,5 kg pr. årsko, eller en reduktion i fordampningen på ca. 0,2 kg pr. årsko. I enkelte udenlandske undersøgelser beskrives en reduktion på 2% enheder i råprotein, uden ydelsesnedgang med anvendelse af beskyttet aminosyrer. På grund af det i forvejen relativt lave proteinniveau i DK, vil vi dog ikke forvente en reduktion af den størrelse. Virkningen kendes ikke bestemt, men kan være af samme størrelsesorden som en reduktion af PBV under normen. De negative virkninger af dette kan så evt. reduceres ved anvendelse af syntetiske aminosyrer, men i stedet kommer prisen på aminosyrer.

Ammoniakfordampning	Ved optimering med methionin, 0,2 kg pr. årsko, mens en reduktion i protein i rationen muligvis kunne give op til 1,3 kg N pr. DE
Lugt	Vides ikke
Merinvestering	Der vil være økonomisk gevinst af at optimere for methionin, ved en del foderrationer. Men prisen for at reducere N-niveauet i rationen kan være meget høj.

#### Fordel og ulemper

Hvis der er en skæv aminosyrefordeling i rationen kan syntetiske aminosyrer øge ydelsen. Derved undgår landmanden at lægge sit fodervalg om. Ulempen er, at der kun er methionin på markedet, der er vombeskyttet. Effektiviteten af vombeskyttelsen kan være afgørende for virkningen.

Det er ikke muligt at tilsætte tilskudsfoderet methionin, da beskyttelsen ikke altid tåler presning i piller. Det vanskeliggør brugen, og skønnes i dag at være barrieren for, at methionin kan anvendes bredt.

#### Økonomi

Der vil sandsynligvis være balance mellem prisen på syntetiske aminosyrer og merudbyttet, hvis der er en skæv fordeling af aminosyrer i rationen. Derimod kender vi ikke prisen på en eventuel udligning af et lavt proteinniveau i rationen, da vi ikke kender virkningen, og i det tilfælde vil der være en betydende miljøvirkning på det enkelte kvægbrug. Ingen væsentlig størrelseseffekt.

#### Forskning og udvikling

Der er behov for gode produktionsforsøg, for at få klarlagt muligheden og økonomien i at reducere N-udskillelsen gennem anvendelse af enkeltaminosyrer. Metoden kan ikke anbefales til reduktion af proteinniveauet, men i mange rationer vil en optimering af methionin være rimelig, når håndteringsproblemerne er løst.

### Bilag 3.2.6. Tildelingsprincip og gruppedeling

Virkningsmåde: Reduktion af ammoniakfordampning

Referencesystem: Fodring med samme proteinkoncentration gennem laktationen

#### Beskrivelse

Der kan være en virkning på N-udskillelsen af at fodre køerne med forskellig proteinkoncentration gennem laktationen. Ved separat fodring kan det ske ved at afpasse kraftfodertypen og - mængden gennem laktationen, samt ved at anvende grovfoder med lav proteinniveau sidst i laktationen.

Fodres der med fuldfoder, er det nødvendigt at lave flere blandinger til køerne, og at have dem gruppeopdelt. Grundblanding + kraftfoder i automat eller i malkestald virker som separat tildeling.

Virkingen kendes ikke særlig godt. Det nærmeste er en modelberegning, hvor der i bedste fald kunne opnås en reduktion i N-udskillelsen på 8 %, men det er næppe opnåeligt i ret mange tilfælde. Samtidig vil der sandsynligvis være en ændring i mængden af både organisk og uorganisk gødning, da energikoncentrationen også vil blive ændret gennem laktationen. Derfor er en reduktion på omkring 0,5 kg mindre N-emission pr. DE et bud. Når reduktionen ikke sættes højere, skyldes det, at det er i sidste del af laktationen behovet for protein reduceres, men langt de fleste foderenheder omsættes i første del af laktationen.

Ammoniakfordampning	0,5 kg N pr. DE
Lugt	Vides ikke
Virkning på N i lager og mark	Reducerer gyllens værdi med 3 kg N
Driftsomkostninger	Væsentlig

#### Fordele og ulemper

Ved at fasefodre køerne gennem laktationen kan der opnås en normfodring. Det vil især i sidste del af laktationen give mulighed for at tilpasse et lavere proteinbehov og kraftfodermængde og dermed N-udskillelse.

Ulemperne er, at der kan kræves væsentlige investeringer i udstyr (kraftfoderautomater etc.) til udfodring af forskellige typer og til styring af mængden.

Ved fodring med fuldfoder kræves mulighed for gruppeinddeling. Mange stalde vil ikke kunne indrettes så gruppeopdeling er hensigtsmæssig, hvorfor det kræver gennemtænkt nybyggeri til store besætningsstørrelser.

#### Økonomi

Skøn over økonomisk konsekvens af alene kraftfoderautomater til styring af proteinmængden gennem laktationen. Priser: personlig meddelelse Jan Brøgger, Dansk Landbrugsrådgivning, Bygninger og Maskiner, Landscentret.

Teknik	Rente og afskrivning kr. pr. DE.	Reduceret emission, kg	Pris for reduktion, kr. pr. kg N
Kraftfoderautomater			
75 DE	127	0,5	254
250 DE	108		216
500 DE	90		180

Det vil være nødvendig med bedre økonomiske beregninger for at kunne vurdere den reelle økonomi.

Da der i en stor del af besætningerne allerede tildeles differentieret foder, vil fasefodring give en begrænset virkning på landsplan.

### **Forskning og udvikling**

Kendskab til en fornuftig gruppedeling er mangelfuld. Derimod er der projekter i gang, der vil give et svar på, hvad der produktionsmæssigt kan vindes ved tildelingsprincipper, der bedre tilgodeser køernes behov og reducerer næringsstofudskillelsen.

### Bilag 3.2.7. Reduceret afgræsningstid

Virkningsmåde: Reduktion af ammoniakfordampning og udvaskning af N

Referencesystem: Afgræsning dag og nat med moderat græstilbud.

#### Beskrivelse

Protein fra frisk græs har ofte en høj nedbrydningsgrad i vommen. Det kan derfor være vanskeligt at undgå overforsyning med kvælstof, selv om der suppleres med fodermidler med lavt indhold af kvælstof. Ønsket om afgræsning kan derfor resultere i høje PBV niveauer i vommen, og deraf følgende udskillelse af kvælstof i urinen. Samtidig afsættes der en betydelig mængde urin og gødning i græsmarken, som ikke opsamles i gødningslageret til rådighed til udbringning. Ønsket om en stor foderoptagelse under afgræsning kan dog kombineres med en rimelig udnyttelse af kvælstof og minimeret tab af gødning og urin i marken, hvis der anvendes afgræsningssystemer, hvor afgræsningen er intensiv, dvs. hvor tiden på græs primært bruges til foderoptagelse og ikke til hvile og motion. Det øger også muligheden for at synkronisere N og energi bedre, og kan evt sænke proteinniveauet med 1 procent enhed. Det giver ca. 5 kg reduceret urin-N udskillelse og 0,7 kg pr. DE i reduktion af emissionen.

Emissionsfaktoren for N på græs afviger imidlertid ikke væsentlig fra en gennemsnitlig emission på stald. Det betyder, at der ikke umiddelbart er gevinst på emissionen. Derimod kan udvaskningen måske reduceres ved at undgå et u hensigtsmæssigt stort antal pletvise belastninger.

Ammoniakfordampning	Ved normal stald- og lagertab er der ingen gevinst på emission, men hvis det samlede proteinniveau reduceres ved bedre synkronisering af energi og N, reduceres emissionen med ca. 0,75 kg pr. DE
Udvaskning	Kan reduceres. Størrelsen kendes ikke
Virkning på N i lager og mark	Øger andelen af næringsstoffer, der opsamles.
Driftsomkostninger	Måske øget tid til styring

#### Fordele og ulemper

Fordelen ved at afgræsse uden lange hvileperioder på græs er, at kun den nødvendige gødningsmængde afsættes på græs. Det giver mulighed for at udbringe næringsstofferne, så de udnyttes bedst muligt, frem for at give store pletvise påvirkninger.

Samtidig er det lettere at tildele suppleringsfoder, der kan udnytte de høje N-koncentrationer i græs. For kvægbrugeren er der yderligere den fordel, at det er lettere at udnytte gødningen i andre afgrøder, hvilket kan reducere den generelle mangel på N på kvægbrug.

Ulempen er, at husdyrgødning til gengæld kan udbringes på arealer, hvor udvaskningen måske bliver større, samtidig med at fordampningen ikke nødvendigvis reduceres.

Der kan være arbejdsmæssige belastninger ved at skulle reducere græsningstiden til en effektiv græsningstid.

#### Økonomi

De ekstra omkostninger bør beregnes og sættes i forhold til en eventuel gevinst ved at få øget N-mængde opsamlet. Omkostningerne er derfor ikke opgjort.

### Bilag 3.2.8. Indbinding af dyr i efterårsperioden

Virkningsmåde: Reduktion af udvaskning af N

Referencesystem: Afgræsning hele sommerhalvåret

#### Beskrivelse

Fra omkring 1. september er udnyttelsen af den gødning og urin, der afsættes på marken ved afgræsning, meget begrænset. Ved at binde kreaturerne ind i efteråret kan der derfor opnås en reduktion i udvaskningen af N fra græsmarkerne.

Ammoniakfordampning	Lille virkning
Udvaskning	Betydelig? men ukendt virkning
Virkning på N i lager og mark	Øger andelen af næringsstoffer der opsamles.

#### Fordele og ulemper

Fordelen er en større mængde næringsstoffer opsamlet, samtidig med at afgræsningen begrænses i de perioder, hvor græsset traditionelt har vanskeligst ved at leve op til de kvalitetskrav, der normalt stilles. Samtidig er vejret ofte dårligt om efteråret, hvorfor ydelse hos malkekøerne og tilvækst hos opdræt kan være reduceret.

Ulempen er at græsmarkerne ikke afgræsses, hvorfor de enten overvintres med for stor græsmængde, eller der skal høstes /afslås med maskine.

Virkingen på udvaskningen er ikke kendt.

#### Økonomi

Den samlede økonomi i relation til reduktionen i udvaskningen vil være forskellig fra brug til brug. Det hænger sammen med, at fordele og ulemper ikke vejer lige tungt i alle systemer og på alle jorder.

### Bilag 3.2.9. Hel eller delvis fjernelse af mineralsk fosfor

Virkningsområde: Reduktion af P-udskillelsen

Referencesystem: P-fodring som i grundlaget for Normer for P-udskillelsen

I Danmark er normerne for P-tildeling til malkekøer reduceret væsentligt de seneste år, og det kan ikke forventes, at de vil kunne reduceres yderligere foreløbigt. Imidlertid er der på mange brug forskel mellem det anvendte P-niveau og P-normen. Derfor kan de fleste kvægbrugere tilpasse sig normerne bedre ved at undlade eller reducere unødigt brug af mineralsk P.

Normerne for P-tildeling til opdræt og måske slagtekalve kan formentlig også reduceres, hvilket sandsynligvis også kan reducere behovet for mineralsk P.

I forhold til de tidligere normer vil en fjernelse af mineralsk P give 2,5 - 3 kg P pr. årsko mindre i P-udskillelse med gødningen. Hvor stor reduktionen er i forhold til i dag kendes ikke, da der er dårlig viden om det nuværende niveau. Det er dog givet, at en del af de 3 kg er realiseret på de fleste kvægbrug.

Den seneste beregnede P udskillelse pr årsko er 21,6 kg P for store racer og 18,3 kg for jersey. Disse tal er ikke påvirket af reduktionen i tildelingsnormen. Det betyder, at fjernes alt mineralsk P vil udskillelsen blive omkring 18,1 - 18,6 kg henholdsvis 15,8 – 16,3 kg. Det svarer til ca. 16 kg pr. DE for alle racer ved nuværende ydelsesniveau.

For opdræt vil der kunne reduceres ca. 1 kg P pr. årsopdræt, eller ca. 3 kg pr. DE, hvis de nuværende P-normer følges, ved at fjerne noget af det mineralske P til opdræt. Pr. DE vil P-udskillelsen være næsten lige stor for køer og opdræt.

Tabel: P-overskud pr. ha ved udeladelse af mineralsk P. P-udskillelse i dag ca. 18,3 kg P pr. DE. Efter reduktion af mineralsk P 16 kg pr. DE.

Belægning	P-udskillelse efter 2005 normer for køer +opdræt, Kg	P-udskillelse for køer + opdræt efter reduktion, Kg	Bortførsel Kg pr. ha	Overskud Kg pr. ha.
1,7 DE pr. ha	31	27	23-29	-4 - 2
2,3 DE pr. ha	42	37	25-31*	6 – 12

\*Større grovfoderandel ved høj belægning øger P- fraførslen

For bedst muligt at få balance i P på bedriften, vil en beregning af kvægets P-udskillelse med gødning være vigtig for at undgå unødigt indkøb af P med handelsgødning.

#### Fordele og ulemper samt økonomi:

Økonomisk er det en fordel ikke at anvende mineralsk P, da det er et dyrt element, som yderligere er belagt med en afgift. Foderomkostningerne kan derfor falde. Der er ingen umiddelbare ulemper, hvis normerne er overholdt uden mineralsk P. Der er ingen størrelsesmæssige forhold, der gør sig gældende

#### Kontrol:

Kontrol af indkøb eller produktionskontrol, hvis det forefindes

Forsknings- og udviklingsbehov:

Der mangler viden om, hvordan P-mangel hurtigt og billigt diagnosticeres, og der mangler en indsats for at få opdateret opdrætsnormer. Det er dog ikke af betydning for at iværksætte de foreslåede tiltag.



### **Bilag 3.2.10. Reduktion af P ved valg af fodermidler**

Virkningsmåde: Reduktion af P-udskillelsen

Referencesystem: P-fodring efter tildelingsnorm

Køernes P-behov er lavere end det naturlige indhold i de fleste foderrationer. Det betyder, at der skal ændres på både markplan og kraftfoderanvendelse for at reducere P-indtaget til normerne. Det kan imidlertid lade sig gøre. Ved at bruge P-fattige fodermidler vil der kunne fjernes yderligere mellem 1,2 og 1,8 kg P pr. årsko i gødningen, når det mineralske P er fjernet. Det svarer til ca. 1 kg P pr. DE.

#### Fordele og ulemper:

Fordelen ved at kunne fodre dyrene på et minimum P-niveau er, at der lettere opnås P-balance ved en høj belægning. Ulemperne er, at det i mange tilfælde vil være uhensigtsmæssigt, fordi markplanen så er lagt fast, samtidig med at det ikke nødvendigvis giver den mest optimale fodersammensætning. Da majsensilage er et af de P-fattige fodermidler, vil meget majs give en reduceret P-udskillelse, men samtidig har majs en stort P-behov i startgødning, hvorfor der muligvis ikke bliver en forbedret P-balance på bedriften. Ved indkøb af kraftfoder, vil der være en uhensigtsmæssig binding til kraftfodermidler med lavt P-indhold, og der vil måske kunne opstå mangelsituationer på proteinfattige fodermidler med lav P.

#### Økonomi:

Det kan være vanskeligt at sætte økonomi på, hvad et ændret fodervalg vil koste, idet priserne på kraftfoder varierer, men en af ulemperne er, at anvendelse af raps-produkter skal reduceres. I forhold til soyaskrå kan det give et dyrere foder, men også en nedgang i ydelse og især proteinprocent i mælken. Selv om det er vanskeligt at sætte generel økonomi på, bør muligheden for at komme under foderets naturlige indhold af P ikke tages i anvendelse uden en gennemgribende økonomisk udredning på det enkelte brug.

Da der kun er behov for reduktion af P i gødningen ved høj belægning, er mulighederne også begrænset til ændring af indkøbt foder, fordi grovfodervalget ved høj belægning kan være vanskeligere at ændre på. Samtidig vil en reduktion af køernes P-udskillelse som følge af lavere P i grovfoderet også betyde en mindre fraførsel fra marken, hvorfor betydningen er minimal.

#### Kontrol:

Foderplaner og effektivitetskontroller (produktionskontrol) kan vise P-niveauet, men det vil være en merudgift, hvis der kræves produktionskontrol som dokumentation, hvis det ikke laves i forvejen.

### **Bilag 3.3.1. Ammoniak og lugtreducerende stalddesign**

#### **Beskrivelse**

Forsøg har vist, at grisene i sig selv ikke giver anledning til væsentlig udskillelse af lugtstoffer. Lugten kommer derimod fra gylleoverflader og gødning afsat på spaltegulv og fast gulv. Nyere målinger af ammoniak og lugtemissioner viser, at emissionen fra stalde med delvist spaltegulv er mindre end fra stalde med gødningskumme under hele stien. Endvidere er det meget vigtigt i stalde med delvist spaltegulv at kunne styre grisenes gødeadfærd, så der ikke afsættes gødning på den faste del.

Flere koncepter for forskellige udformninger af gødningskummer har været sammenlignet, inkl. køling af kanalbund. Der har været stor effekt i relation til ammoniak, mens der ikke har været en nævneværdig effekt overfor lugt. Hollandske forsøg har dog vist, at man ved køling via lameller flydende på gyllen har kunnet opnå en lugtreduktion. Anlæggene har dog ikke vundet frem i Holland, og de vil ikke være realistiske i Danmark, hvis der skal anvendes halm.

Der kan være et udviklings- og forskningspotentiale i relation til kontinuert fjernelse af fæces og urin. I kvægstalde har man udviklet skrubesystemer, hvor fæces skrubes af gulvet, og ajlen drænes væk. Der skrubes med faste tidsintervaller, hvilket er muligt, fordi køerne flytter sig for skraberne. I svinestalde er det ikke muligt at indføre denne teknologi, fordi nysgerrige svin kommer for tæt på skraberne, og derfor bliver skadet. I USA, Holland og Sverige har man afprøvet et system med et transportbånd under spalterne. Forsøgene har vist gode resultater m.h.p. at reducere lugt- og ammoniakemissionen, men udfordringen er stadig at gøre de mekaniske systemer under spalterne robuste.

#### **Status**

Ved valg af stiindretning, gødningssystem og overbrusningsanlæg samt optimal management, hvad angår belægningsgrad og klimaforhold, kan der opnås betydelige reduktioner i ammoniak og lugtreduktion, og der er et fortsat uudnyttet potentiale.

Der bør endvidere fortsat forskes i udvikling af slagtesvinestien uden svineri, nye gødningssystemer, nye materialetyper mv.

Der er et stort potentiale for kombinationen af management og nye stalddesign med henblik på at styre dyrenes gødeadfærd og optimere udmugningen af gødning fra stalden. F.eks. kan skrabning af gødeareal i kvægstalde gøres afhængig af mængden af fæces og urin afsat på gulvet.

#### **Viden og erfaringer**

##### Miljøpåvirkning svinestalde

Undersøgelser viser, at ca. 40-50 % af ammoniakfordampningen fra en stald med fuldspaltegulv stammer fra spaltegulvet. I stalde med delvist spaltegulv reduceres overfladen af gylle, hvorved en stigende andel af ammoniakfordampningen kan forventes at stamme fra gulvoverfladen (spaltegulv og fast gulv). Der er således en grænse for, hvor meget en indsats til begrænsning af ammoniakfordampning fra gylle i gyllekanaler kan reducere den samlede ammoniakfordampning fra svinestalde.

Nyere ikke publicerede undersøgelser viser, at ammoniaktabet ikke reduceres ved at benytte drænet gulv i svinestalde, dvs. hvor en del af gulvet er med spalter, der er smallere end på traditionelle

gulve. Denne type gulve indgår derfor ikke som en teknologi til reduktion af ammoniakfordampning fra svinestalde.

Det har været skønnet, at ammoniakfordampningen fra stalde med delvist spaltegulv er 75 % lavere end fra stalde med fuldspaltegulv. Målinger fra en farestald med delvist spaltegulv (38 % spaltegulvsareal) viser, at ammoniaktabet reduceres med 56 % sammenlignet med en tilsvarende faresti med fuldspaltegulv svarende til 9 % ammoniaktab af total-N i den afsatte gødning. I smågrisestalde kan der forventes en reduktion i ammoniakfordampningen på 30 % fra en to-klimastald med spaltegulv i 1/3 af stiarealet, sammenlignet med en smågrisestald med drænet gulv og fuld gyllekumme. Målinger i en slagtesvinestald med delvis spaltegulv har vist, at ammoniaktabet udgør 8 % af total-N i den afsatte gødning (Personlig meddelelse Poul Pedersen, 2005), hvilket er halvdelen af ammoniaktabet fra en stald med fuldspaltegulv. Dette tab er i fin overensstemmelse med resultater af målinger af ammoniaktabet som funktion af spaltegulvsareal, som er gennemført i en række hollandske undersøgelser.

Reduktionen i ammoniaktabet ved at indføre delvist spaltegulv vil variere med dyrenes størrelse og temperaturen. Efterhånden som grisene bliver større, begrænses pladsen i stien, og grisene producerer mere varme, hvorfor der er tendens til at flere grise benytter spaltegulvet som hvileområde. Derved øges risikoen for tilsmudsning af det faste gulv i stien med deraf følgende forøget ammoniakfordampning. Optimering af staldklimaet og stiindretningen, samt etablering af overbrusningsanlæg med henblik på at styre svinenes gødeadfærd, kan bidrage til at begrænse afsætningen af gødning og urin udenfor spaltegulvsarealet.

Hyppig tømning af gyllekanaler med V-profil kan teoretisk give en væsentlig reduktion i ammoniaktabet på grund af reduktion i gylleoverfladen. Imidlertid har de seneste danske undersøgelser ikke vist væsentlig effekt af tømning af gyllekanaler med V-profil. Muligvis fordi kanalen kun blev tømt ugentligt, og gyllen derfor har stået højt i kanalen. Tidligere danske og hollandske undersøgelser antyder, at teknikken anvendt i praksis vil give en reduktion fra 16-45 % afhængig af dyrekategori og staldtype. Her antages teknikken at reducere ammoniaktabet med 30 % i forhold til referencen. Guarino *et al.* (2003) undersøgte gyllehåndteringens indflydelse på metanemissionen fra slagtesvin. De fandt, at den gennemsnitlige metanemission for slagtesvinestalde med gyllelager under spaltegulvet udgjorde 15,7 kg CH<sub>4</sub> stiplads<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, svarende til 4,1 kg CH<sub>4</sub> dyr<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, mens metanemissionen for slagtesvinestalde med et vakuumsystem til hyppig udslusning af gyllen udgjorde 3,5 kg CH<sub>4</sub> dyr<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Hyppig udslusning reducerede således metanemissionen fra stalden med ca. 15 %.

Køling af gylle i gyllekanal kan udføres ved køling af gylleoverfladen med kølelameller og ved nedstøbning af køleslanger i gyllekanalbunden. Sidstnævnte med funktion som traditionelt gyllesystem eller kombineret med hyppig fjernelse af gyllen vha. mekanisk udmugningsanlæg. Reduktionen af ammoniaktabet varierer fra 10 - 40 %. Køling af gyllen kan forventes at begrænse potentialet for produktion af drivhusgassen metan. Khan *et al.* (1997) og Sommer *et al.* (2000) fandt således, at metanemissionen var eksponentielt relateret til gyllens temperatur, mens Amon (2003) fandt, at den var lineært relateret til lufttemperaturen. Disse uoverensstemmelser viser, at der er et behov for flere undersøgelser af temperaturens indflydelse på metanemission fra lagre af husdyrgødning under realistiske forhold.

Der arbejdes på at udvikle gyllekanaler med dræning af urin (staldseparation) og mekanisk fjernelse af ekskrementer og strøelse, hvorved det forventes, at ammoniaktabet kan reduceres med ca. 50 %.

Teknologien er ikke modnet og forventes at blive udviklet og optimeret i et projekt under VMPIII forskningsprogrammet.

#### Miljøeffekt kvægstalde

Det vurderes, at ammoniaktabet fra kvægstalde med spaltegulv og linespil er 6 %, mens spaltegulv og ringkanal er 8 % af total kvælstofindholdet i kvæggylle. Derfor er ammoniaktabet fra en reference stald sat til 7 % af total kvælstofindholdet.

Skrabning af gulv med fald og afløbskanal til ajlen kan reducere ammoniaktabet med ca. 21 % ved skrabning hver 12. time. Etableres furer i gulvet med afløb for ajlen er der eksempler på, at fordampningen ved skrabning hver anden time kan reduceres med ca. 50 %, og suppleres skrabningen med skylning kan fordampningen reduceres med 65 %. Det er her vurderet, at ammoniaktabet ved skrabning af gulv med afløb for ajle er 50 %.

#### Miljøeffekt fjerkræstalde

Fra stalde med etagebure, hvor gødningen fjernes fra stalden på transportbånd, er ammoniaktabet lavt. Dels fjernes kilden til ammoniak, dels tørrer gødningen på båndet, hvilket begrænser omsætningen af urinsyre til ammonium. Ved aktiv tørring af gødningen vha. ventilationsluft reduceres ammoniaktabet i stalden yderligere. Tabet er ca. 25 % af tabet fra stalde med gulvdrift og gødningskumme.

I volierer med transportbånd og gødningsopsamling på gulvet stammer ca. 80 % af den fordampede ammoniak fra gødningen på gulvet. Tørring af gødning på gulvet til mere end 90 % tørstof og hyppig tømning af transportbånd (5 gange dagligt) reducerer ammoniaktabet til et lavere niveau eller til et niveau svarende til tabet fra bure med transportbånd, der tømmes en til to gange i døgnet: Dvs. en reduktion til ca. 25 % af tabet fra stalde med gulvdrift og gødningskumme.

Alternativet til at opbevare gødningen tørt i gødningskældre er at opslemme gødning i vand og producere gylle. Ved højt vandindhold er der ikke ilt til omsætningen af urinsyre, og den anaerobe omsætning af urinsyre i gyllen er meget langsom. Desuden stiger temperaturen ikke i anaerob opbevaret gødning. Som følge heraf er ammoniakfordampningen fra lagre med hønsegylle lav, dvs. ca. 33 % af fordampningen fra stalde med staldgødning (gulvdrift og gødningskumme).

#### Arbejdsmiljø

Når ammoniakken og lugten fjernes/reduceres ved kilden, giver det forbedret arbejdsmiljø i form af reduceret ammoniak og lugtkoncentration for personer, der arbejder i stalden.

#### Driftskrav

Stalde med 2/3 fast gulv er lige så egnede til produktion som stalde med gødningskumme under hele stien, men det kræver større opmærksomhed og faglige færdigheder hos driftslederen. P.t. er der usikkerhed omkring robustheden i mekaniske skrabet systemer og især transportbånd under spaltegulv.

#### Energiforbrug

I stalde med delvist spaltegulv er elforbruget til ventilation lidt højere. De øvrige teknologier vurderes ikke at påvirke elforbruget betydeligt.

#### Smitterisiko

Der vurderes ikke at være nogen sammenhæng mellem ændret smitterisiko og teknologierne.

### Dyrevelfærd

Lav ammoniakkoncentration giver bedre staldklima.

### **Økonomi**

Køling af kanalbunden medfører en anlægs- og driftsudgift på 10 kr. per produceret gris, forudsat at varmen kan udnyttes. Såfremt varmen ikke kan udnyttes er systemet ikke økonomisk realistisk. I nedenstående tabel er listet de forskellige produktionsomkostninger for forskellige referencer ved køling af kanalbunde i svinestalde. Såfremt, der kan opnås en energiudnyttelse på 100 %, vil det minimerer omkostningen/øge gevinsten.

Køling af kanalbunde i svinestalde	BAT-blade (0 % energiudnyttelse)	Forventede rev. BAT-blade (25 % energiudnyttelse)	Rapport fra udredningsgruppen vedr. budget- og velfærdsøkonomiske konsekvenser for landbruget ved ændring af miljøgodkendelsen af husdyrbrug (endnu ikke udgivet)
Pr. DE slagtesvin	350 kr.	-52 kr.	436 (0 % energiudnyttelse)
Pr. DE søer	473 kr.	108 kr.	270 (25 % energiudnyttelse)
Pr. kg. red. N (slagtesvin)	50 kr.	-8 kr.	69 kr. (0 % energiudnyttelse)
Pr. kg. red. N. (søer)	240 kr.	55 kr.	137 kr. (25 % energiudnyttelse)

### **Kilder**

- Amon, B. Kryvoruchko, V., Amon, T., Beline, F. and Petersen, S.O. 2003. Quantitative effects of storage conditions on GHG emissions from cattle slurry, and N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> turnover inside natural surface crusts. Deliverable report No. 5.5 (MIDAIR).
- BAT-byggeblad 106.02-51: Faresti med delvist spaltegulv
- BAT-byggeblad 106.03-52: To-klimastald med delvist spaltegulv
- BAT-byggeblad 106.04-52: Delvist spaltegulv
- BAT-byggeblad 106.04-53: Delvist spaltegulv med skraber og køling af kanalbund
- BAT-byggeblad 107.04-51: Præfabrikerede drænede gulve1
- BAT-byggeblad 106.01-51: Køling af kanalbund + linespil
- BAT-byggeblad 105.02-51: Skrabeægsstalde – gødningstørring
- BAT-byggeblad 105.02-52: Burægsstalde – gødningstørring
- den Brok, G.M. & N. Verdoes. 1997. Slurry cooling to reduce ammonia emission from pig houses. (Eds J.A.M. Voermans & G.J. Monteny): Ammonia and Odour control from animal production facilities. Proceeding of the International Symposium. 6-10 October, Vinkelloord, The Netherlands, CIGR, EurAgEng, NVTL. p. 441-447.
- Groenestein C.M. 1994. Ammonia emission from pig houses after frequent removal of slurry with scrapers. International Conference on Agricultural Engineering (AgEng 1994), pp 543-550. Merelbeke.
- Guarino, C., Fabbri, C., Navarotto, P., Valli, L., Moscatelli, G., Rossetti, M. and Mazzotta, V. 2003. Ammonia, methane and nitrous oxide emissions and particulate matter concentrations in two different buildings of fattening pigs. Proceedings of International symposium on Gaseous and odour emissions from animal production facilities. 140-150.
- Hendriks, H.J.M. et A.M. van de Weerdhof. 1999. Dutch notes on bat for pig- and poultry intensive livestock farming. August, 1999. Information Centre for Environmental Licensing. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, and Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. pp. 67.

- Kaspers, B., J. Koger, T. van Kempen. 2000. An alternative approach to manure collection: The conveyor belt system. North Carolina State University. *Swine News*, November, 2000, Vol.23, No.10
- Khan, R. Z., Müller, C. and Sommer, S.G. 1997. Micrometeorological mass balance technique for measuring CH<sub>4</sub> emission from stored cattle slurry. *Biology and Fertility of Soils* .24, 442-444.
- Koger, J.B., G.A. Wossink, B.A. Kaspers, T.A. van Kempen. 2002. Belt manure removal and gasification system to convert manure to fuel: the "RE-Cycle" system. North Carolina State University. <http://mark.asci.ncsu.edu/NCPorkConf/2002/koger.htm>
- Kroodsma, W. 1986. Separation and removal of faeces and urine using filter nets under slatted floors in piggeries. *Journal of Agricultural Engineering Research* 34:75-84.
- LUS meddelelse 457/1997
- LUS meddelelse 357
- LUS meddelelse 694
- Oermans, J.A.M. et F. van Poppel. 1993. Scraper systems in pig houses. In *Livestock environment IV. Proceedings of a conference held in Coventry, UK, 6-9 July 1993*: p. 65
- Ogink, N.W.M., H.C. Willers, A.J.A. Aarnink, I.H.G. Satter. 2000. Development of a new pig production system with integrated solutions for emission control, manure treatment and animal welfare demands. *Swine Housing*, Proceeding of the 1<sup>st</sup> International Conference, October 9-11, 2000, Des Moines, Iowa. ASAE, St.Joseph, MI 49085-9659: p. 253-259.
- Sommer, S.G., Petersen, SO. og Søgård, H.T. 2000. Greenhouse gas emission from stored livestock slurry. *Journal of Environmental Quality*, 29, 744-751.
- Sommer S.G., Bannink A., Chadwick, D., Hutchings, N.J., Misselbrook, T., Menzi H., Ni, Ji-Qin Oenema, O., Webb, J. and Monteny G.-J. 2005. Algorithms determining ammonia emission from livestock houses and manure stores. *Advances in Agronomy* (Invited paper). In press.
- Sommer, S.G., Jensen, B.-E., Hutchings, N.J., Lundgaard, N.H., Grønkær, A., Birkmose Dansk, T.S., Pedersen, P., Jensen, H.B. 2006. Emissionskoefficienter til brug ved beregning af ammoniakfordampning fra stalde. DJF-rapport, i trykken.
- van Kempen, T., B. Kaspers, P. Burnette, M. van Kempen, J.B. Koger. 2003. Swine housing with a belt for separating urine and feces; key to flexibility? Presented at the 2nd International Swine Housing Conference. Durham, North Carolina, USA, 12-15 October 2003. p. 159-165.

### **Bilag 3.3.2. Lugtreducerende ventilation**

#### **Beskrivelse**

Et velfungerende ventilationsanlæg er afgørende for en produktion, hvor der tages hensyn til dyrevelfærd, arbejdsmiljø og energiforbrug til drift af ventilation og eventuelle opvarmningsbehov. De fleste stalde med husdyrproduktion i Danmark skal ventileres for at sænke temperaturen om sommeren og forhindre dårligt indeklima om vinteren. I alle stalde med mekanisk ventilation og styret naturlig ventilation bliver den ønskelige temperatur søgt fastholdt ved regulering af ventilationsydelsen.

#### **Status**

##### *Makrobetragtning*

Tidligere har der været meget fokus på indeklima, dvs. hvordan man sikrer et godt termisk klima i stalden og et godt arbejdsmiljø. Ventilationens indflydelse på emissionen af forskellige stoffer er først kommet i fokus i de senere år. Umiddelbart kan man reducere emissionen af forskellige stoffer ved at reducere den maksimale ventilation. Imidlertid er der en række negative dyrevelfærds- og arbejdsmiljømæssige konsekvenser, som skal løses. For at tilgodesee dyrevelfærd og arbejdsmiljø skal reduceret ventilation på en eller anden måde ses i forbindelse med køling af friskluften. Med de store ventilationsyndelser, der er tale om, vurderes mekanisk køling at være økonomisk urealistisk. Andre former for køling kan komme i betragtning (jordkøling, evaporativ køling af friskluft mm.).

##### *Mikrobetragtning*

I stalde med gyllekældre kan emissionen af stoffer fra gødningsoverfladen reduceres ved at reducere lufthastigheden/luftskiftet i gyllekælderen. I stalde uden gyllekældre kan emissionen af stoffer reduceres ved at reducere lufthastigheden ved gødningsoverflader. Der er et stort potentiale for reduktion af fordampningen af forskellige stoffer ved denne teknik, men der mangler i den forbindelse en del basal viden.

#### **Viden og erfaringer**

##### Miljøpåvirkning

##### *Makrobetragtning*

Reduktion af ventilationsydelsen reducerer emissionen af lugt, mens reduktion af andre forurenende stoffer er mere usikker. Fordampningen af forurenende stoffer reduceres, når staldtemperaturen sænkes. Jo mindre ventilationsydelse, jo mindre krav til kapaciteten af en eventuel efterfølgende behandling af afkastluften. Af hensyn til dyrevelfærd og arbejdsmiljø er det væsentligt, at reduceret ventilationsydelse kobles sammen med en eller anden form for køling.

##### *Mikrobetragtning*

Reduktion af lufthastighed/luftskifte i gyllekældre/gødningsoverflader vil reducere miljøpåvirkninger.

##### Arbejdsmiljø

##### *Makrobetragtning*

En begrænset reduktion af den maksimale ventilationsydelse, kombineret med en eller anden form for køling, vil ikke have negativ indflydelse på arbejdsmiljøet.

##### *Mikrobetragtning*

Reduktion af lufthastighed/luftskifte i gyllekældre/gødningsoverflader vil have positiv effekt på arbejdsmiljøet.

### Driftskrav

#### *Makrobetragtning*

Der er potentielle muligheder for at udvikle systemer, som kan fungere under praktiske produktionsforhold; både for eksisterende og nye stalde.

#### *Mikrobetragtning*

Der er potentielle muligheder for at udvikle systemer, som kan fungere under praktiske produktionsforhold, men det er primært relevant for nye produktionssystemer.

### Energiforbrug

#### *Makrobetragtning*

Reduceret maksimal ventilation reducerer energiforbruget til ventilation. Imidlertid vil alle former for køling af friskluften forøge energiforbruget. Nærmere analyser vil være nødvendige.

#### *Mikrobetragtning*

Vil ikke ændre energiforbruget.

### Smitterisiko

Ingen ændring af smitterisiko.

### Dyrevelfærd

#### *Makrobetragtning*

Under forudsætning af, at reduceret ventilation kobles med en eller anden form for køling, kan det give positive konsekvenser for dyrevelfærd.

#### *Mikrobetragtning*

Vil have positive konsekvenser for dyrevelfærd

### **Økonomi**

I nye stalde forventes det ikke, at der kræves yderligere investeringer og omkostninger til drift.

### **Kilder**

- Aarnink A.J.A. & Elzing, A. (1998). Dynamic model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors, for fattening pigs. *Livestock Production Science* 53(1998) pp. 152-169
- Arogol, J.; Zhang, R.H.; Riskowski, E.L.; LL Christianson, D.L. Day (1999). Mass Transfer Coefficient of Ammonia in Liquid Swine Manure and Aqueous Solutions *J. Agric. Engng Res.* (1999) 73
- Lyngbye M. & Riis, A.L. (2005). Grisenes indflydelse på lugtemissionen. Erfaring 0503 Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier
- Ni J.Q.; Hendriks, J.; Vinckier, C. & Coenegrachts, J.(2000). Development of a dynamic mathematical model of ammonia release in pig houses. *Environmental international* 26 (2000) pp 105-115
- Morsing, S., Pedersen, S., Strøm, J.S. & Jacobsen, L. (2005). Energy consumption and air quality in growing/finishing pig houses for three climate regions using CIGR 2002 heat production equations. *Agr. Engng. Intl.*, Vol. VII, Manuscript BC 05007.
- Pedersen, P. (2004). Svovlsyrebehandling af gylle i slagtesvinestald med drænet gulv. Meddelelse nr. 683. Landsudvalget for Svin, Den rullende Afprøvning.



Sommer S.G.; Zhang, G Q; Bannink, A.; Chadwick, D.; Harrison, R.; Hutchings, N.J.; Menzi, H.; Bonteny, G.J.; Ni, J. Q.; Oenema, O.A. & Webb, J. (2006). Algorithms determining ammonia emission from buildings housing cattle and pigs and from manure stores. *Advances in Agronomy* (in press)

### **Bilag 3.3.3. Gyllebehandling i stalden**

#### **Beskrivelse**

Gyllebehandling i stalden omfatter primært følgende teknologier:

1. Svovlsyretilsætning
2. Ozonbehandling
3. Tilsætning af additiver

#### *Syre*

Tilsætning af svovlsyre bevirker, at pH-værdien i gyllen falder fra ca. 7 til 5,5, og derved reduceres fordampningen af ammoniak. Der tilsættes 4-6 kg koncentreret svovlsyre til 1 ton gylle. Den primære årsag til reduktionen er, at N er findes i form af ammonium ved en pH-værdi omkring 5,5.

Ozonbehandling af gylle er beskrevet særskilt i Bilag 3.4.3. Iltning og ozonbehandling. Viden om tilsætning af additiver til gyllen i gyllekanalerne i stalden er begrænset. I de senere år har diverse firmaer forslået adskillige produkter, som skulle kunne løse problemet med ammoniak- og lugtemissionen fra stalde. Der findes imidlertid ingen litteratur, der dokumenter effekter eller virkningsmekanismer.

#### **Status**

Tilsætning af svovlsyre er udviklet og afprøvet under praktiske forhold. Det anvendes i mere end 10 stalde i Danmark. Forsuring af gylle i stalde kan anvendes i både kvæg og svinestalde.

#### **Viden og erfaringer**

##### Miljøpåvirkning

Danske undersøgelser har vist, at svovlsyretilsætning til gyllekanaler i slagtesvinestalde med delvist spaltegulv kan reducere ammoniakfordampningen med ca. 70 % i forhold til en traditionel stald med spaltegulv. Danske undersøgelser har vist, at svovlsyretilsætning til gyllekanaler i kvægstalde kan reducere ammoniakfordampningen med ca. 50 % i forhold til referencesystemet. Forsuring af gylle kan desuden potentielt påvirke produktionen af drivhusgassen metan. Effekten er dog ikke endelig klarlagt.

##### Arbejdsmiljø

Arbejdssikkerheden i forbindelse med svovlsyretilsætning er særdeles vigtig. Svovlsyrebehandling af gylle vil medvirke til en reduktion i ammoniakfordampningen med forbedret arbejdsmiljø til følge.

##### Driftskrav

Behandlingen af gyllen er relevant for nybyggeri, men ligeledes for eksisterende stalde. For eksisterende stalde begrænses udbredelsen af, at betontypen kan være ukendt. Forsuring af gylle medfører, at indhold af kvælstof i gyllen, der forlader stalden, er 10-15 % højere end ved normal gyllehåndtering. Forsøg har vist, at udnyttelsen af kvælstof i svinegylle kan øges fra 75 % til ca. 90 %. Svovlsyrebehandling af gyllen giver problemer med at opretholde et naturligt dannet flydelag på gyllebeholderen. Gældende lovgivning stiller krav om et flydelag, og det skal derfor etableres efterfølgende. Da den forsurede gylle forbliver sur, forventes der ikke større ammoniakfordampning fra gyllebeholderen end ved traditionel håndtering.

##### Energiforbrug

Ikke undersøgt.

### Smitterisiko

Ikke relevant.

### Dyrevelfærd

Samme forhold som arbejdsmiljø.

### **Økonomi**

Investering i anlæg til syrebehandling af gyllen afhænger af besætningsstørrelsen. Et anlæg til 250 DE kan anskaffes til ca. 500.000 kr. Hertil kommer den løbende tilsætning af svovlsyre. Anlægget stiller krav til holdbarheden på betonen i gyllekanal og gyllebeholder. Dette giver dog ikke en meromkostning.

Den samlede meromkostning for slagtesvin forløber til sig til 560-630 kr./DE, hhv. 592-636 kr./DE slagtesvin iflg. den forventede reviderede udgave af BAT-bladene, eller 615/644 kr./DE (afhængig af gulvtypen) ud fra foreløbige tal fra den endnu ikke udgivne ”Rapport fra udredningsgruppen vedr. budget- og velfærdsøkonomiske konsekvenser for landbruget ved ændring af miljøgodkendelsen af husdyrbrug” fra Danmarks Miljøundersøgelser). Tilsvarende tal for køer er 570 kr. pr. DE, hhv. 554 kr./DE eller 433 kr./DE. For N omregnes dette til 50-55 kr. pr. kg reduceret N for svinegylle (hhv. 50-53 kr./kg. N eller 51/55 kr./kg. N) og tilsvarende 160 kr./ kg. N (hhv. 152 kr./kg. N eller 119 kr./kg. N) for kvæggylle. Udregninger og tilhørende kriterier kan findes i beregningsoplysningerne i bilagene (vurderingsskemaerne) til BAT-bladene.

	BAT-blade	Forventede rev. BAT-blade	Rapport fra udredningsgruppen vedr. budget- og velfærdsøkonomiske konsekvenser for landbruget ved ændring af miljøgodkendelsen af husdyrbrug (endnu ikke udgivet)
Pr. DE Slagtesvin	560-630 kr.	592-636 kr.	615 kr (drænet gulv) 644 kr. (delvist spaltegulv)
Pr. DE årskøer	570 kr.	554 kr.	433 kr.
Pr. kg. N. reduceret (slagtesvin)	50-55 kr.	50-53 kr.	51 kr. (drænet gulv) 55 kr. (delvist spaltegulv)
Pr. kg. N. reduceret (kvæg)	160 kr.	152 kr.	119 kr.

### **Kilder**

BAT-Kandidat 106.04-54: Svovlsyrebehandling af gylle i stalde med delvist spaltegulv

BAT-Kandidat 106.04-56: Svovlsyrebehandling af gyllen i stalde med drænet gulv

BAT-Kandidat 107.04-52: Svovlsyrebehandling af kvæggylle

FarmTest rapport kvæg nr. 21

### **Bilag 3.3.4. Luftrensning**

#### **Beskrivelse**

Luftrensningsteknologier omfatter:

- Kemiske luftvaskere
- Biologisk luftvasker
- Biofiltre
- Membranluftrenser.

Det skønnes, at over 90 % af svine- og fjerkræstalde i Danmark ventileres af mekaniske ventilationsanlæg. En luftrenser, der kan rense afkastningsluften kan derfor være en effektiv teknisk løsning til reducere af ammoniak- og lugtemission fra disse stalde. Kvægstalde er typisk naturligt ventilerede, hvorfor det ikke er muligt at rense luften fra disse.

Kemisk luftrensning ved tilsætning af syre til rens vandet frarens kvælstof, som efterfølgende kan anvendes som plantegødning og evt. indgå i gødningsregnskabet. Med biologisk luftrensning frarens man ligeledes kvælstof, idet ammoniak-N omdannes til nitrat. Under anaerob lagring kan nitrat denitrificeres til  $N_2O$  og  $N_2$ .

En ny type luftrenser er under udvikling. Det er en såkaldt membranteknologi, hvor udsugningsluften ledes gennem membraner, hvorigennem lugtmolekylerne kan vandre og blive opfanget af en væske, der cirkulerer på den anden side af membranen. En to-trins renser er under udvikling. Ved første trin er der en svovlsyreopløsning på den anden side af membranen, og ved andet trin cirkulerer en kraftig base. Ammoniakken har været tilbageholdt i pilotforsøget, og der har været opnået høje lugtreduktioner. Det har været et mindre forsøgsanlæg, der nu forsøges udbygget i stor skala.

#### **Status**

Når det gælder ammoniak er der gode muligheder for luftrensning. Især syrescrubberne har haft høj effektivitet. Men når det gælder lugtreduktion er resultater med de forskellige teknologier stadig forbundet med en del usikkerhed. Indledende forsøg med membranteknologi viser, at det muligvis er en effektiv teknologi, der reducerer både lugt- og ammoniakemission.

#### **Viden og erfaringer**

##### Miljøpåvirkning

Der er undersøgt flere typer luftrensningsudstyr. Når det gælder ammoniak er renseeffektiviteten for kemiske scrubber med svovlsyre høj, op til 90 %. Der er endvidere flere firmaer inde på markedet. Men når det gælder kemiske scrubber med svovlsyre, har det ikke været muligt at opnå en lugtreduktion trods flere års ihærdigt arbejde. Hvis der til gengæld etableres et modul, hvor der er mulighed for biologisk luftrensning, er der et potentiale for en lugtreduktion. Ofte vil det dog ikke være de samme besætninger, hvor der er behov for både ammoniak- og lugtreduktion.

Flere typer biologiske luftrensere har været afprøvet eller er under afprøvning:

- halmfiltre med træflis, hvor udsugningsluften befugtes inden rensning
- leca-filtre, hvor udsugningsluften befugtes inden rensning
- 'pads' af forskelligt materiale, der overrisles med vand

Fælles for alle afprøvede biologiske filtre er, at der kan opnås en sikker lugtreduktion, men effektiviteten og driftsikkerheden skal forbedres inden de vil vinde indpas, og de skal afprøves gennem en hel sæson. Hertil kræves en betydelig og akut forsknings- og afprøvningsindsats.

Endvidere skal udsugningsluften samles i kanaler, før den kan renses, hvilket bør billigøres. Alternativt skal der udvikles decentrale biologiske filtre.

Omsætningen af ventilationsluftens ammoniakindhold i biologiske filtre kan føre til dannelse og emission af drivhusgassen lattergas. Størrelsen og betydningen af denne lattergasemission er ikke fastlagt.

#### Arbejdsmiljø

Ingen effekt, men hvis luften samles i en guldudsugningskanal forbedres arbejdsmiljøet.

#### Driftskrav

Især biologiske luftrensere stiller særlige krav til overvågning og styring.

#### Energiforbrug

Ikke undersøgt.

#### Smitterisiko

Ikke relevant.

#### Dyrevelfærd

Samme forhold som arbejdsmiljø.

### **Økonomi**

Det er i dag ikke muligt at koble biologisk luftrensning på eksisterende svinebesætninger med lugtproblemer. Investering i anlæg til syrebehandling af gyllen vil afhænge af besætningsstørrelsen. Et anlæg til 250 DE kan anskaffes til ca. 500.000 kr., hertil kommer den løbende tilsætning af svovlsyre. Anlægget stiller krav til holdbarheden på betonen i gyllekanal og gyllebeholder, dette giver dog ikke en meromkostning. Endvidere vil der efter gældende lovgivning være krav om et flydelag. Den samlede meromkostning forløber til ca. 19 kr. pr. produceret slagtesvin eller ca. 55 kr. pr. kg reduceret N. Udregninger og tilhørende kriterier kan findes i bilag til BAT-byggeblad 106.04-58. I forarbejde til VMPIII angives, at merinvesteringen udgør 955.000 kr., og at den årlige meromkostning udgør 182.300 kr. årligt for en stald, der kunne producere 9.000 slagtesvin (250 DE). Her er omkostningen opgjort til 46 kr. pr. kg N eller 648 kr. pr. DE.

	BAT-blade	Forventede rev. BAT-blade	Rapport fra udredningsgruppen vedr. budget- og velfærdsøkonomiske konsekvenser for landbruget ved ændring af miljøgodkendelsen af husdyrbrug (endnu ikke udgivet)
Pr. DE slagtesvin	665 kr.	757 kr.	367 kr.
Pr. kg. N. red.	55 kr.	53 kr.	42 kr.

Hvad angår biovasker, så er der i Christiansen *et al.* (2003) foretaget en beregning, der angiver en investering på 600.000 kr. og en årlig meromkostning på ca. 160.000 kr. svarende til 47 kr. pr. kg N og 381 kr. pr. DE.

### **Kilder**

BAT-byggeblad 106.04-58: Luftvasker med syre, rensning af 60 procent afgangsluft

BAT-Kandidat 106.04-57: Luftvasker med syre, rensning af al afgangsluft

Christiansen, A.; Christensen, J.; Hjort-Gregersen, K.; Iversen, P.K. & Sommer, S.G. (2003):

Teknologiske virkemidler til nedbringelse af næringsstofbelastningen. Forberedelse af Vandmiljøplan III. Afrapportering fra undergruppe F3 – se [www.vmp3.dk](http://www.vmp3.dk)

### **Bilag 3.4.1. Overdækning af lagre**

#### **Beskrivelse**

Der har siden 1998 (BEK 550, 24.7.1998) været krav om overdækning af gyllebeholdere, som ikke har et tætsluttende flydelag. Fast overdækning kan bestå af et betonlåg, som er en robust, men dyr løsning. En anden løsning er en teltformet membran, som for beholdere >30 m diam. også vil være dyr. Der er desuden risiko for stormskader. Det er karakteristisk, at fast overdækning benyttes som erstatning for, ikke sammen med flydelag.

Naturligt flydelag eller flydelag af snittet halm kan være en glimrende form for beskyttelse mod lugt og ammoniaktab, men et flydelag af halm kan være meget vanskeligt at etablere og fastholde på gyllebeholdere større end 3.000 m<sup>3</sup>.

Fleksibel overdækning i form af flydebrikker af plast og lignende er nye metoder, og erfaringerne med disse overdækninger er endnu få.

Fast overdækning i form af betonlåg eller teltoverdækning er forbundet med en række problemer. Betonlåg er en robust, men meget dyr løsning. Ved teltoverdækninger af beholdere med en diameter større end ca. 30 meter skal søjler, stropper, befæstigelses med videre dimensioneres meget kraftigt, og det bliver dermed også en meget dyr løsning.

Et alternativ til gyllebeholdere er gyllelaguner. Etableringsomkostningerne er 10-20 % lavere for en lagune, men der er særlige problemer vedr. omrøring og overdækning, som endnu er dårligt belyst. På grund af nedgravningen er en lagune lettere at placere i landskabet.

Lagre med fast gødning uden daglig tilførsel skal overdækkes med kompostdug eller lufttæt membran (BEK604, 15.7.2002).

#### **Status**

Mindre end 5 % af alle gyllelagre havde fast overdækning i 2001 (Anonym, 2003), mens resten af lagrene havde flydelag af varierende kvalitet. Blandt svinebrug havde 15 % af lagrene <80 % dækningsgrad, mens det tilsvarende tal for kvægbrug var 7 %.

Brugen af gyllelaguner er endnu ikke almindelig i Danmark. Laguner til gylle skal overdækkes med en membran, hvis holdbarhed er ukendt. I USA-Canada, hvor denne lagringsform er dominerende, eksperimenteres der flere steder med nye membranmaterialer.

Den nuværende regulering af ammoniakemission fra lagre af fast gødning er udformet på baggrund af undersøgelser i pilotskala og i økologisk jordbrug. Derfor henviser bekendtgørelsen til "kompostdug", som er en acceptabel overdækningsform i det "iltede økologiske landbrug". Der er behov for udvikling af teknologi til overdækning af lagre af fast staldgødning i traditionelt landbrug (fuldskala) og til dokumentation af effekten af overdækning af lagre, der er 20 til 50 gange større end de pilot-lagre, hvor effekt af overdækning med kompostdug blev undersøgt.

#### **Viden og erfaringer**

##### Miljøpåvirkning

En fast overdækning kan reducere ammoniaktabet med >90 %. Det samme gælder et tætsluttende flydelag, men der er fortsat udbredte problemer med at vedligeholde flydelaget under praktiske forhold. Nye forskningsresultater indikerer, at en kombination af flydelag og fast overdækning (med ventilation, dvs. iltede forhold i flydelaget) kunne reducere udledningen af metan og

formentlig andre gasser til atmosfæren ved at stimulere den biologiske nedbrydning/binding i flydelaget.

Der er ingen lattergasproduktion i gylle, idet gylle er karakteriseret ved stort set anaerobe forhold. Hvis lageret har et porøst flydelag, kan der dog her opstå et miljø med vekslende aerobe og anaerobe forhold, hvor nitrifikation og denitrifikation kan forekomme, og under rette klimatiske betingelser give anledning til lattergasemission. I en dansk undersøgelse blev der ikke observeret lattergasemission under vinterlagring af kvæggylle og bioforgasset gylle, men under sommerlagring blev der opbygget et potentiale for lattergasproduktion, specielt i et naturligt flydelag (Sommer *et al.* 2000). I en udenlandsk laboratorieundersøgelse blev det fundet, at et flydelag af halm øgede lattergasemissionen med 42% (Ross *et al.*, 1999). Flydelaget i et storskala-eksperiment i en vinterperiode gav derimod ingen forøgelse af lattergasemissionen, i overensstemmelse med den danske undersøgelse. Der eksperimenteres i USA med permeable membraner til laguner, som tillader udveksling af vand og gasser, såvel som biologisk omsætning. I et praktisk forsøg reducerede en sådan membran ammoniaktabet med 80 % over 4 mdr., og der var stort set ingen lugtafgivelse (Miner *et al.* 2003).

Det høje luftskifte og temperaturstigningen under kompostering øger tabene af ammoniak, metan og lattergas. Valget af overdækningsmateriale er derfor vigtigt for næringsstofværdi og miljøpåvirkning.

*Fordampningsfaktorer for ammoniaktab fra gyllelagre i procent af gyllens indhold af ammonium (NH<sub>4</sub>-N) og totale kvælstofindhold ab stald.*

Husdyrtype	Overdækningstype	Fordampningsfaktor, NH <sub>3</sub> -N tab i procent af	
		NH <sub>4</sub> -N ab stald	Total-N ab stald
Svin	<b>Gylle uden flydelag</b>	<b>15± 5</b>	<b>9± 5</b>
	Gylle med flydelag el. lign.	3± 1	2± 1
	Teltkonstruktion, betonlåg el. lign	1	1
Kvæg	<b>Gylle uden flydelag</b>	<b>9± 3</b>	<b>6± 3</b>
	Gylle med flydelag el. lign.	2± 1	2± 1
	Teltkonstruktion, betonlåg el. lign	1	1

Overdækning af lagre vil reducere lugten fra området med gyllebeholdere.

### Arbejdsmiljø

For gyllebeholdere vil der være en sammenhæng mellem tætheden af en overdækning og udledningerne til atmosfæren. Men stigende tæthed vil også reducere iltkoncentrationen og øge koncentrationen af giftige forbindelser, såsom svovlbrinte i luften over den lagrede gylle. Der er en række tilfælde af dødsfald som følge af svovlbrinteforgiftning i forbindelse med reparationsarbejde eller tømning af gyllebeholdere.

Såfremt et lagringskoncept med både flydelag og fast overdækning viser sig effektivt mht. at begrænse gasformige tab, så vil denne lagringsform under velbeluftede forhold kunne mindske risikoen for forgiftningstilfælde.

For at kunne udbringe næringsstoffer i gylle ensartet i marken bliver lagret gylle omrørt kraftigt før den bliver pumpet over i gyllesprederen. I praksis kontrolleres effekten af omrøringen ved løbende at kaste et blik på overfladen af gyllen, idet farveskift og ændring i konsistens viser, at bundfaldet er blevet omrørt. Det er besværligt og ubehageligt at kontrollere omrøring af gylle i en overdækket

gyllebeholder, fordi der er mørkt under overdækning, og fordi man skal kigge gennem et "mandehul" hvorfra der er en kraftig lugt af gylle. Det vil derfor være fordelagtigt, hvis man udviklede sensortechnologi til måling af gylles homogenitet i forbindelse med omrøring, eller om man ved forbehandling af gylle kunne begrænse behovet for at omrøre gyllen ved udbringningen.

#### Driftskrav

En fast overdækning over et gyllelager uden flydelag kan reducere ammoniaktab og lugt under lagring, men vil formentlig ikke påvirke produktion og udledning af drivhusgasser.

Ved overdækning af gyllebeholder eller lagune med lufttæt flydedug/membran vil der være behov for bortskaffelse af metangas, der opsamles under membranen, ligesom regnvand kan samle sig ovenpå membranen. Opsamling af regnvand kan undgås for lagre med fast overdækning.

Tømning af bundfaldet i laguner, der sikrer samme lagringskapacitet hvert år, er et praktisk problem som skal løses, f.eks. gennem udvikling af udstyr til effektiv homogenisering forud for udbringning.

#### Energiforbrug

Knytter sig primært til etableringsomkostningerne. Ved det omtalte koncept, der sigter mod at optimere den aerobe omsætning i flydelaget, kan der dog blive behov for styring af luftskiftet over den lagrede gylle ved hjælp af en luftpumpe.

#### Smitterisiko

Lagring af fast gødning under forhold, som tillader kompostering, vil reducere risikoen for smittespredning sammenlignet med lagring ved omgivelsernes temperatur.

#### Dyrevelfærd

Ikke relevant.

#### **Økonomi**

Nedenstående tabel viser omkostninger ved forskellige typer overdækning på svinebedrifter (Jacobsen *et al.*, 2002). Beregningerne er revideret mht. lagerbesparelsen for regnvand ved flydelåg.

	Halm	Flydelåg	Telt overdækning
Kg N/ton ab stald	6	6	6
Lagertab kg N/ton	0,09	0,09	0,06
Lagertab i pct.	1,5	1,5	1
Omk. overdækning kr./ton	1,5	3,7	10,9
-lagerbesparelse regnvand, kr/ton	0	0	0,96
-udkørselsbesparelse regnvand, kr./ton	0	0	1,34
I alt, kr. pr. ton	1,5	3,7	8,6
- øget N-værdi, kr./ton	-	0	0,15
Nettoomkostninger kr./ton	1,5	3,7	8,45

Som eksempel på effekten af overgang fra alm. flydelag til telt overdækning viser beregninger, at reduktionen i NH<sub>3</sub>-N betyder en reduktion fra 2 til 1 % et fald på ca. 1 kg NH<sub>3</sub>-N pr. DE. Da omkostningerne ved telt udgør ca. 140-150 kr. pr. DE, svarer dette til 140 - 150 kr. pr. kg NH<sub>3</sub>-N.



Det skal bemærkes, at mange svinebedrifter har problemer med at opretholde et effektivt flydelag, hvilket naturligvis påvirker omkostningsberegningerne. Endvidere bør det nævnes, at overdækning af kvæggyllelagre kan indebære en samfundsmæssig gevinst i form af lavere metanemission. Det er tidligere beregnet, at en 20 % reduktion af metanemissionen vil give en drivhusgasfortrængning, som svarer til en omkostning på 31,50 kr. pr. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (se Hansen *et al.* [2004] vedr. forudsætninger).

## Kilder

- Anonym, 2003. Miljøtilsyn 2001. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 8, 2003.
- BEK 550, 24.7.1998. Bekendtgørelse om erhvervsmæssigt husdyrhold, husdyrgødning, ensilage m.v.
- BEK604, 15.7.2002. Bekendtgørelse om erhvervsmæssigt husdyrhold, husdyrgødning, ensilage m.v.
- Hansen, M.N., Henriksen, K. & Sommer, S.G. 2006. Emission of ammonia and greenhouse gases during storage of solids separated from pig slurry: effects of covering. Atmospheric Environment. Accepted.
- Hansen, M.N., Petersen, S.O., Sommer, S.G. & Asman, W.A.H., 2004. Drivhusgasudledninger fra håndtering af husdyrgødning. I: Olesen, J.E. et al, (eds.), 2004. Jordbrug og klimaændringer - samspil til vandmiljøplaner. DJF rapport - Markbrug 109, 116-144.
- Jacobsen, B. H., C. G. Sørensen, and J. F. Hansen. 2002. Handling of manure in Denmark: a technical and economical system analysis. Report No. 138. Copenhagen: Danish Research Institute of Food Economics.
- Miner, J.R., Humenik, F.J., Rice, J.M., Rashash, D.M.C., Williams, C.M., Robarge, W., Harris, D.B. & Sheffield, R. Evaluation of a permeable, 5 cm thick, polyethylene foam lagoon cover. Trans. ASAE 46: 1421-1426.
- Olesen, J.E. and Sommer, S.G. 1993. Modelling effects of wind speed and surface cover on ammonia volatilization from stored pig slurry. Atmos. Environ. 27A, 2567-2574.
- Petersen, S.O., Amon, B. and Gattinger, A. 2005. Methane oxidation in slurry storage surface crusts. J. Environ. Qual. 34, 455-461.
- Ross A., Septel F., Kowalewsky H-H., Fühbeker A., og Steffens G. 1999. Straw covered manure storage – Effekts on emissions of greenhouse gases. Institut für agrartechnik Bornim, Germany Issue 22. (In German)
- Sommer, S.G. Christensen, B.T. Nielsen, N.E. and Schjørring, J.K. 1993. Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: Effect of surface cover. J. Agric. Sci. Camb. 121, 63-71.
- Sommer, S.G., Sibbesen, E., Nielsen, T. Schjørring, J.K. and Olesen, J.E. 1996. A passive flux sampler for measuring ammonia volatilization from manure storage facilities. J. Environ. Qual 25, 241-247.
- Sommer, S.G. 1997. Ammonia volatilization from farm tanks containing anaerobically digested animal slurry. Atmos. Environ. 31, 863-868.
- Sommer, S.G. and Dahl, P. 1999. Emission of ammonia, nitrous oxide, methane and carbondioxide during composting of deep litter. J. Agr. Eng. 74, 145-153.
- Sommer, S.G. 2001. Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. European Journal of Agronomy, 14/2, 123-133.
- Sommer S.G., Bannink A., Chadwick, D., Hutchings, N.J., Misselbrook, T., Menzi H., Ni, Ji-Qin Oenema, O., Webb, J. and Monteny G.-J. 2005. Algorithms determining ammonia emission from livestock houses and manure stores. Advances in Agronomy (Invited paper). In press.

### **Bilag 3.4.2. Separering af gylle**

#### **Beskrivelse**

Ved separering opdeles gyllen i en fiberfraktion og en eller flere væskefraktioner. Fiberfraktionen har typisk et højt indhold af fosfor og kvælstof modsat væskefraktionerne, der har et lille indhold af fosfor og organisk kvælstof. Den primære fordel ved gylleseparering er at reducere transportomkostningerne ved transport af fosfor og kvælstof i fiberfraktionen fra en husdyrproduktion med overskud til ejendomme med behov for fosfor og kvælstof i planteproduktionen. Scenarieregninger viser, at transportarbejdet typisk reduceres med ca. 70 % i tilfælde med en simpel separation i fiberfraktion og en væskefraktion i forhold til en situation uden separation (Sørensen, 1993). Separation omfatter en lang række af teknikker, som kan anvendes enkeltvis eller sammen for at opfylde den enkelte ejendoms behov. De enkelte teknikker kan opdeles i:

- Sigte, filtre eller sibånd: Fibre og partikler holdes tilbage i en sigte eller på et sibånd, og væsken løber fra fibrene og opsamles adskilt.
- Skruepresse: Væsken presses ud af en fiberkage, som tilbageholder fibre og partikler. Der dannes løbende fiberkage, som bliver opsamlet i en fiberfraktion.
- Dekanter centrifuge: Ved centrifugering adskilles fibre og partikler i en fraktion og væske i en anden.
- Kemisk fældning: Gyllen tilsættes additiver så især fosfor, men også kvælstof, opsamles i flokke, som derpå adskilles fra væskefraktionen med separatorer.
- Stripning af ammoniak: Ammoniak uddrives fra gyllen ved at sænke pH, øge temperaturen eller øge gylleoverfladen.
- Inddampning af gylle: Opvarmning af især væskefraktionen fra separation for derved at øge koncentrationen af næringsstoffer. Ofte forsures gyllen før behandlingen for at undgå fordampning af ammoniak.
- Membranteknologi, herunder omvendt osmose: Behandlingen forudsætter gyllen er forbehandlet ved separering. På gyllesiden af membranen sættes væske under tryk og vandfasen i gyllen transporteres over membranen til en ren væskefase.

#### **Status**

De nævnte teknologier er alle afprøvet og flere af teknologierne har fungeret i praksis, dog har det indtil nu vist sig vanskeligt at få membranteknologierne til at fungere over længere perioder. Teknologierne kan benyttes til både kvæg- som til svinegylle. Nogle af teknikkerne fungerer bedst i serie, som f.eks. stripning af ammoniak, hvor det i reglen er nødvendig med en forudgående separering af fibre og partikler for at undgå tilstopning af "stripperen". Det er producenter eller centrale biogasanlæg, der har taget separering af gylle i anvendelse. En af barriererne for en større udbredelse af teknikken er manglende afsætningsmuligheder af fiberfraktionen og formentlig også, at fordelene ved at tage teknikken i anvendelse ikke kompenserer tilstrækkelig for udgifter i forbindelse med etablering og drift.

Teknologien skal udvikles således at behandling af gylle kan tilpasses den enkelte producents behov dvs. behovet for næringsstoffer på ejendommen og behov for energi. Der skal også ske en udvikling af teknologien, så slutprodukterne kan bearbejdes og omsættes som en handelsvare. Den fremtidige forskning bør derfor baseres på en systemtænkning, hvor målet er, at slutbrugen definerer udformning af teknologien. Det kan være at producere en særlig tør og kvælstoffattig fiberfraktion, hvis man ønsker at afbrænde gødningen, eller en våd fiberfraktion, hvis man ønsker at afgasse gødningen i et biogasanlæg.

## Viden og erfaringer

### Miljøpåvirkning

Ammoniakfordampningen fra lagring af to eller flere fraktioner kan vise sig at være større end ved traditionel lagring af gylle (Jacobsen et al., 2002). Omvendt kan ammoniakfordampning under udbringning af væskefraktionen være lavere, idet væskefraktionen er tyndere end gylle og dermed infiltrerer hurtigere i jorden. Den hurtigere infiltrering af væskefraktionen fra lavteknologisk gylleseparering betyder endvidere, at lugtgenerne under udbringning er mindre. Ammoniaktabet ved udbringning af humusfraktionen kan omvendt være større end ved gylle. Der kan derfor ikke angives en samlet reduktion i ammoniakfordampningen for de angivne teknologier.

Til gengæld er der risiko for en generelt større lugtbelastning omkring selve separeringsanlægget, med mindre dette er indkapslet. Der er ikke gennemført undersøgelser, hvor eventuel reduktion af lugtgener i forbindelse med gylleseparering er kvantificeret.

Separering af gylle producerer en tørstoffraktion, der har et højere potentiale for lattergasproduktion end ikke separeret gylle. Separering af gylle kan derfor forøge potentialet for lattergasemission.

**Tabel** Opgørelse af separeringseffektivitet med forskellige typer mekanisk-fysisk separering og kemisk fældning.

	Separeringseffektivitet %, indhold i fiberfraktion i pct. af indhold i gyllen				
	Tiltet sigte	Sibånds presse	Skruepresse	Dekantercentrifuge	Kemisk fældning
<b>Volumen</b>	37	18	3-5	5-21	15
<b>Tørstof</b>	60	49	17-32	45-63	89
<b>Total N</b>	42	27	5.1-9.3	11-28	40
<b>Organisk N</b>			(7-15)	50-80	86
<b>Fosfor</b>	44	37	7.5-15	52-80	89

De meget simple sigter producerer en fiberfraktion med et meget højt vandindhold, og er derfor uinteressante. Visionen for separation er at fjerne så meget plantenæringsstof i fiberfraktionen, at husdyrproducenten i væskefraktionen har den rette sammensætning og mængde af næringsstoffer til sine afgrøder. Visionen er også at producere en fiberfraktion, som er velegnet til videre anvendelse som gødnings- og jordforbedringsmiddel eller til energiproduktion.

### Arbejdsmiljø

Ingen problemer.

### Driftskrav

De eksisterende teknikker vil være egnede til at løse harmoniproblemer på ejendomme med et begrænset overskud af N og P. Der er imidlertid fortsat behov for at udvikle teknologi til videre forarbejdning af fiberfraktionen for at øge dens værdi, og derved kompensere for udgiften ved separering.

### Energiforbrug

Energiforbruget afhænger af den valgte separationsteknik. Energiforbruget ved lavteknologisk separation er typisk lavt og varierer fra 0,5 kwh/ton med en skruepresse til 3 kwh/ton med en dekantercentrifuge. Højteknologisk separation kan være meget energikrævende, hvor inddampning er den teknologi, der har det højeste forbrug på i størrelsesordenen 50100 kwh/ton.

### Smitterisiko

Der er ikke øget risiko for smittespredning ved anvendelse af teknologien.

### Dyrevelfærd

Irrelevant.

### **Økonomi**

Analyser har vist, at lavteknologisk separation koster ca. 10-15 kr. pr. tons gylle (Jacobsen *et al.*, 2002). For de andre teknologier foreligger der kun begrænsede økonomiske analyser, hvorfor de ikke er angivet nærmere.

### **Kilder**

- Burton, C. H., and C. Turner. 2003. Dealing with the environmental impacts of livestock manure. In *Manure Management: Treatment Strategies for Sustainable Agriculture*. Ver. 2. Eds. Burton, C. H., and C. Turner, ch. 3, 57-107. Bedford, UK: Silsoe Research Institute.
- Estevez Rodríguez M. D., Gomez del Puerto A. M., Montealegre Meléndez M. L., Adamsen A. P. S., Gullov P., Sommer S. G. 2004. Separation of phosphorus from pig slurry using chemical additives. *Applied Engineering in Agriculture*. 21, 739-742.
- Hansen M.N., Birkmose T.S., Mortensen B., Skaaning K. 2004. Miljøeffekter af bioforgasning og separering af gylle - Indflydelse på lugt, ammoniakfordampning og kvælstofudnyttelse, Grøn Viden Markbrug, nr. 296,
- Møller, H.B., Lund, I., Sommer, S.G., 2000. Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. *Bioresource Technol.*, 74, 223–229.
- Møller H.B., Sommer, S.G. and B.K. Ahring 2002. Separation efficiency and particle size composition in relation to manure type and storage conditions. *Bioresource Technology*. 85, 189-196.
- Møller, H.B. K. Fjeldgaard, 2004. Inddampning af forsepareret svinegylle. Intern rapport Nr. 199. Danmarks JordbrugsForskning.
- Pain, B.F., Hephherd, R.Q., Pittman, R.J., 1978. Factors affecting the performance of four slurry separating machines. *J Agric Eng Res* 23, 231–242.
- Powers, W. J., and L. A. Flatow. 2002. Flocculation of swine manure: influence of flocculant, rate of addition, and diet. *Appl. Eng. Agric.* 18(5): 609–614.
- Sven G. Sommer og Martin Nørregaard Hansen 2004. Ammoniakfordampning fra udbragt gylle, Grøn Viden Markbrug, nr. 303.
- Sørensen C.G. (2003). A model of field machinery capability and logistics: the case of manure application. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal of Scientific Research and Development*, V
- Westerman, P.W., Bicudo, J.R., 2000. Tangential flow separation and chemical enhancement to recover swine manure solids, nutrients and metals. *Bioresource Technol* 73, 1–11.
- Zhang, R.H., Westerman, P.W., 1997. Solid–liquid separation of animal manure for odor control and nutrient management. *Appl Eng Agric* 13, 657–664.

### Bilag 3.4.3. Iltning og ozonbehandling

#### Beskrivelse

Iltning og ozonbehandling omfatter følgende:

- beluftning af gylletank
- tilsætning af ozon til fortank og/eller gylletank
- tilsætning af andre oxidationsmidler såsom hydrogenperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), kaliumpermanganat ( $\text{KMnO}_4$ ), kloridioxid ( $\text{ClO}_2$ ), klor ( $\text{Cl}_2$ ), hypoklorit ( $\text{NaOCl}$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), ferri salte til fortank eller gylletank
- kontinuerlig eller periodevis behandling

Formålet med behandlingen er:

- at ændre miljøet i gyllen fra anaerob til aerob for at forhindre dannelsen af lugtstoffer
- at oxidere lugtstoffer, f.eks. sulfid
- hygiejniserer gyllen, dvs. dræbe mikroorganismer
- oxidere gyllens indhold af ammoniakalsk kvælstof til ikke-flygtigt nitrat
- reducere gyllens tørstofindhold

#### Status

Diverse oxidationsmidler anvendes ved behandling af spildevand, oftest til fjernelse af sulfid (lugt).

Forsøg med beluftning af gylle er beskrevet i et større antal publikationer. Efter en vis behandlingstid ændres miljøet i gyllen fra anaerobt til aerobt, hvilket dels medfører en kraftigt forøget omsætning af gylletørstoffet og dels reducerer dannelsen og forøger nedbrydning af lugtstoffer. Ved stop for behandling ændres miljøet i gyllen gradvist tilbage til anaerob med dannelse af lugt. Metoden er forbundet med stort energiforbrug til massetransport af atmosfærisk ilt til gyllen. Der er et højt N-tab ved ammoniakfordampning. Teknologien anvendes ikke pt. i Danmark.

Watkins *et al.* (1997) fandt ved et batchreaktor-forsøg, at tilsætning af ozon på 1, 2, og 3 g/l gylle reducerede lugtstof-koncentrationen og antallet af bakterier. Ammoniak blev ikke oxideret ved behandlingen.

Wu *et al.* (1999) fandt, at tilsætning af 0,5 g ozon pr. liter gylle reducerede lugtintensiteten. Den lugtmæssige effekt holdt sig i mindst en måned. Petterson (2001) tilsatte 1 g ozon pr. liter gylle og fandt, at lugtintensiteten faldt med 12,5 % sammenlignet med en kontrolgylle, som blev gennemboblet med ren luft.

I Danmark pågår en række forsøg med tilsætning af ozon til gylle, dels i stald, dels i forbeholder og lagertank.

#### Viden og erfaringer

##### Miljøpåvirkning

Beluftning af gylle medfører pH-stigning pga. oxidation af organiske syrer. Dette medfører øget ammoniaktab.

Ved beluftning af gylle nitrificeres ammoniak-N til nitrit og nitrat. I anaerobe zoner samt ved efterfølgende lagring af den beluftede gylle bliver miljøet i gyllen igen anaerobt og nitrat

denitrificeres til lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) og frit kvælstof ( $\text{N}_2$ ). Beluftning og potentielt også ozonbehandling kan derfor øge emissionen af drivhusgassen lattergas.

Ozon kan genereres vha. UV-rør samt vha. generator (corona discharge). Generator-ozon fremstillet vha. atmosfærisk luft medfører tillige dannelse af  $\text{NO}_x$ . Dette sker ikke, hvis der anvendes ren ilt. Der er ingen  $\text{NO}_x$  dannelse ved brug af UV-rør.

Klor-produkter kan danne sundhedsskadelige/kræftfremkaldende organiske forbindelser.

#### Arbejds miljø

Mange oxidationsmidler kræver skrappe sikkerhedsforanstaltninger ved håndtering.

#### Drifts krav

Beluftning er ikke foreneligt med krav om flydelag/låg på gylletanken.

#### Energiforbrug

Beluftning: Højt energiforbrug medgår til indløsning af atmosfærisk luft i gyllen.

Ozon: Energiforbrug medgår til indløsning af ozon og luft i gyllen.

#### Smitterisiko

De fleste oxidationsmidler virker hygiejniserende på gylle.

#### Dyre velfærd

Ikke relevant.

#### **Økonomi**

Oxidationsmidler nedbrydes (reduceres) selv ved reaktion. Det er nødvendigt at tilsætte større mængder end det teoretisk støkiometrisk beregnede.

#### **Kilder**

Jerry J. Wu; Sung-hee Park; Susan M. Hengemuehle; Melvin T. Yokoyama; Howard L. Person; John B. Gerrish; Susan J. Masten (1999): The Use of Ozone to reduce the Concentration of Malodorous Metabolites in Swine Manure Slurry. J. Agri. Engng. Res. (1999) 72, 317-327.

K.J. Park, J. Zhu, Z. Zhang (2004): Influence of aeration rate and liquid temperature on ammonia emission rate and manure degradation in batch aerobic treatment. Transactions of the ASAE Vol. 48(1): 321-330

Watkins BD, Hengemuehle SM, Person HL, Yokoyama MT, Masten SJ (1997): Ozonation of swine manure wastes to control odors and reduce the concentrations of pathogens and toxic fermentation metabolites. Ozone-Science & Engineering. Vol. 19 (5): 425-437

### **Bilag 3.4.4. Energifremstilling**

#### **Beskrivelse**

Afgasning af gylle: Ved anaerob fermentering (afgasning) af husdyrgødning iblandet organisk affald produceres en blanding af kuldioxid og metan (biogas). Biogassen benyttes som energikilde ved generering af el og varme.

Afbrænding af fiberfraktion: Afbrænding er en proces, hvor organisk stof bliver oxideret til kuldioxid, og der produceres varme som kan bidrage til el-produktion eller benyttes i fjernvarmeanlæg.

Termisk forgasning af fiberfraktion: Ved termisk forgasning opvarmes organisk stof under iltfattige eller -frie forhold, hvorved der dannes en gas, der kan benyttes til el og varmeproduktion.

#### **Status**

*Afgasning* af gylle er en kendt teknologiproses, som anvendes på ca. 20 centrale biogasanlæg og 50-60 gårdanlæg, som er i drift.

*Afbrænding* af fiberfraktionen vil svare til den kendte afbrænding af slam fra rensningsanlæg. En kombination af danske affaldsforbrændingsafgifter og krav om, at næringsstofferne i husdyrgødningen i al væsentlighed ikke må tabes undervejs i en forarbejdningsproces gør, at det i dag ikke er muligt at anvende husdyrgødning som brændsel til energiproduktion. Der arbejdes p.t. (oktober 2005) på at tilrette lovgivningen, så der åbnes op for afbrænding af husdyrgødning.

*Termisk forgasning* af fiberfraktionen fra separation af gylle er en teknologi, som har vist sig at fungere i kortvarige forsøg, men som endnu ikke er afprøvet over en længere periode i praksis.

#### **Viden og erfaringer**

##### Miljøpåvirkning

*Afgasning*: Teknologien bidrager til en væsentlig reduktion af drivhusgasemissionen, fordi biogasanlæg producerer CO<sub>2</sub>-neutral energi og samtidig bidrager til at reducere metan- og lattergasudledning fra håndtering af husdyrgødning. Endvidere bidrager afgasning til en reduktion af lugtudledning fra udbragt gylle og øger udnyttelsen af kvælstof.

*Afbrænding*: Afbrænding vil bidrage til en reduktion i drivhusgasemissionen. Der er ikke viden om risikoen for udledning af NO<sub>x</sub> eller andre miljøforurenende forbindelser ved afbrændingen. Asken med fosfor og kalium kan vise sig at være en dårlig gødning, fordi især fosfor vil være svært tilgængeligt.

*Termisk forgasning*: Vil bidrage til en reduktion i drivhusgasemissionen. Det er muligt at styre processen effektivt, og der er ikke samme risiko for korrosion af anlægget som ved afbrænding. Både ved afbrænding og termisk forgasning bør muligheden for dannelse af miljøforurenende forbindelse indgå i evaluering af teknologien. Forgasningen kan finde sted ved lav temperaturer, hvilket øger fosfors tilgængelighed.

##### Arbejdsmiljø

Ingen direkte relation.

##### Driftskrav

For at sikre en rentabel energiproduktion er det nødvendigt at øge udnyttelsen af organisk materiale i gødningen ved 1) at opkoncentrere gyllens organiske biomasse ved vandbesparelser eller gylleseparation og 2) øge omsætning af de tungt omsættelige fiberforbindelser i husdyrgødning.

Ved valg af teknologi bør der gennemføres systemvurderinger. Såfremt man ønsker at kombinere teknologierne separation og energiproduktion viser foreløbige beregninger, at bioforgasning efterfulgt af separation og afbrænding af fiberfraktionen giver mest energi ved lave tørstofindhold. Er tørstofindholdet i fiberfraktionen over 40 %, som ved effektiv dekantercentrifugering, er energifordelen ved bioforgasningen 20-30 % for at falde ved stigende tørstofindhold. Der er således et behov for at udvikle og teste teknologierne bl.a. i kombination med separation med henblik på at udvikle teknologien, så der fremkommer størst muligt energioverskud, fremstilles kommercielle slutprodukter eller slutprodukter, som kan videreforarbejdes. Udfordringen er at lade energiproduktionen indgå som en del af et system for gødningsbehandling, der både kan løse harmoniproblemer og bidrage til produktion af grøn energi.

### Energiforbrug

Teknologierne producerer energi. Energifremstillingen afhænger af teknologi og tørstofindhold i gyllen. Nettoenergigevinsten ved afgang ved et organisk tørstofindhold på 4 % til 600 kwh/ton gødning ved et tørstofindhold på 20 %. Afbrænding giver en positiv nettoenergigevinst ved husdyrgødning med et tørstofindhold på 15 % og derover. Ved 30 % tørstof giver afbrænding et nettoenergiudbytte på ca. 600/kwh ton gødning.

### Smitterisiko

I centrale biogasanlæg hygiejniseres den afgassede gylle, fordi der i reglen tilsættes organiske affaldsprodukter.

Afbrænding og termisk forgasning af fiberfraktionen forventes at reducere risikoen for smittespredning.

### Dyrevelfærd

Irrelevant.

### **Økonomi**

Analysen viser, at biogasanlæggene generelt har været i stand til gradvist at forbedre de økonomiske resultater (Hjorth-Gregersen, 2003). Resultaterne viser, at langt de fleste anlæg har nået et niveau for indtjeningen, hvor anlægsgælden kan afvikles planmæssigt, og den fortsatte drift kan sikres. Det er derfor vurderet, at økonomien i de fleste eksisterende biogafællesanlæg er acceptabel. Dog er det for enkelte anlæg, som er afhængige af en høj gasproduktion, svært at nå dette niveau, fordi det er svært at skaffe det gode affald. Det forventes, at resultaterne for 2004 og 2005 vil afspejle dette.

Det er dokumenteret, at teknologien er økonomisk rentabel under de hidtidige danske rammebetingelser, dvs. el-produktionstilskud på 27 øre pr kWh og afgiftsfritagelse for biogas og varmeproduceret på biogas. Det vurderes, at det ikke længere er nødvendigt med anlægstilskud.

Biogafællesanlæg bør placeres i nærheden af et forsyningsnet til fjernvarme, således at anlæggets varmeproduktion kan afsættes hele året. Den varmepris, der forhandles, er i sigens natur et vigtig økonomisk parameter.

Det er vedtaget, at el-produktionstilskuddet til biogas skal reduceres, og da det samtidig er svært at finde affald, der kan sikre en høj gasproduktion, samtidig med at placeringen af anlæg i flere tilfælde har givet problemer, forventes der kun en begrænset udbygning af biogafællesanlæg de nærmeste år. En række af de nye biogasanlæg forventes at blive kombineret med separation.



I forhold til reduktion af CO<sub>2</sub> er biogas en økonomisk rentable metode når sidegevinster i form af bl.a. lavere kvælstofudvaskning indregnes. Dertil kommer reduceret lugtemissioner ved udbringning.

### **Kilder**

- Hjorth-Gregersen, K (2003). Økonomien i biogas fællesanlæg. Rapport nr. 150. Fødevareøkonomisk Institut.
- Kai, P, Møller, H.B. og van Kempen T. 2005. Fast møg giver mere energi. Forskning i Bioenergi nr. 11, 4-6.
- Møller, H.B., Sommer, S.G. & Ahring B. K. 2003. Theoretical and ultimate gas potential of manure, straw and solid fraction of manure. Biomass & Bioenergy.
- Møller, H. B. 2005. Husdyrgødningens energipotentiale. Gylle som ressource-teknologi der reducerer miljøgener. Præsensation IDAmiljø, Odense
- Sommer, S.G., Møller, H.B. og Petersen, S.O. 2001. Reduktion af drivhusgasemission fra gylle og organisk affald ved biogasbehandling. DJF-rapport nr. 31, Husdyrbrug. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Danmarks Jordbrugsforskning. Pp53.
- Sommer, S. G., Petersen S. O. and Møller, H.B. 2004. Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 69 (2): 143-154.

### **Bilag 3.5.1. Gylle-transportssystemer**

#### **Beskrivelse**

Transportssystemer til gylle fra lager til mark kan organiseres på en række forskellige måder omfattende følgende teknikker og systemer:

- 1) Transport i traktordrevne lukkede tankvogne eller transport i lukkede tanke på lastbil
- 2) Transport i nedgravede rør eller flytbare slanger

#### **Status**

Danske landmænd transporterer årligt ca. 27 millioner tons gylle fra gyllebeholderen til marken (Poulsen *et al.*, 2001), hvilket svarer til over 1 mil. læs og ca. 2 mil. kørte km. Hovedparten transporteres med gyllevogn, som også anvendes i forbindelse med spredningen på marken. For en mindre del af gyllemængden foregår transporten på vej med lastbil, som omlæsser til buffertank ved mark, hvorefter selve spredningen foregår med gyllevogn og spredeaggregat. Igen en mindre del af gyllemængden udbringes igennem nedgravede rør eller mobile slanger (7-8 %).

#### **Viden og erfaringer**

##### Miljøpåvirkning

Pumpning af gyllen via rør vil nedsætte risikoen for konflikter med naboer og trafikanter, der ofte ser gylletransport med tankvogne på vejen som en gene med tilsvining af vejen, dryppende slæbeslanger, overbelastning af vejene, lugt m.m. Ved længere transportafstande, og hvor rørtransport ikke kan lade sig gøre, er transport med lastbiler, som kører mellem gård og buffertank, en mulighed. Lastbilerne kommer ikke uden for vejene og vil ikke tilsvine vejene på samme måde som traktortrukne gyllevogne.

Kombinationen af rørtransport og selvkørende teknik til udbringning af gylle åbner op for nye muligheder for reduktion af ammoniakfordampning ved fortynding af gyllen, da 'vandet' ikke skal transporteres i tankvogne. Ved fortynding af gyllen kan ammoniaktabet reduceres betydeligt. F.eks. er der vist en reduktion på ca. 30 % af ammoniaktabet, og N-udnyttelsen vil forøges signifikant ved at fortynde gyllen før spredning (Kowalewsky, 1990; Øyen *et al.*, 1995). Er gyllesprederen ubemandet, kan gyllen evt. udbringes om natten, hvorved ammoniaktabet reduceres med 50-60 % i forhold til udkørsel om dagen (Sommer & Olesen, 2000), og lugtgenerne mindskes.

Transporten i rør eller slanger og selvkørende enheder til spredning vil også reducere jordpakningen og muliggøre udspreddning på tidligere tidspunkt om foråret. Dette vil forøge den til rådighed værende tid for udspreddning og optimere rettidigheden af tildelingen af plantenæringsstoffer, og planternes optagelse af disse stoffer. Tunge gyllevogne vil kunne forårsage betydelige udbyttetab fra 7 til 32 % pga. jordpakning (Arvidsson, 1998).

##### Arbejdsmiljø

Arbejdsmiljøet kan forbedres ved at transporten af gylle foregår i rør eller mobile slanger, idet operatøren kun skal agere inde på selve marken og ikke skal føre traktor/lastbil på offentlig vej (mindre stressfuldt).

##### Driftskrav

Ved direkte udbringning transporteres gyllen normalt til marken i tankvogn og udspreddes ved udlægning med slæbeslanger. I det alternative system transporteres gyllen fra gyllebeholder til markkant via nedgravede rør eller via en mobil transportslange. Den selvkørende gylleudlægger har en oprullelig fødeslange, som tilkobles hydranter eller buffertank ved markkanten. Selve

fordelingen foretages via gylleudlæggerens slæbeslanger efter samme princip som for den traditionelle gyllevogn. Forhold som arrondering, dosering, pumpeafstand m.m. påvirker arbejdsbehovet og kapaciteten. Mange opstillinger og flytninger mellem marker m.m. vil kræve en betragtelig indsats af arbejdskraft. Kapaciteten kan dog opretholdes, hvis der kan indsættes flere arbejdsteam, således at opstilling, flytninger m.m. kan udføres parallelt med, at gylleudlæggeren kører i marken. Systemet vil være mest effektivt, hvis transporten foregår i nedgravede rør og med mulighed for tilkobling af spreedeenhed til hydranter i marken.

Transport af gylle ved pumpning gennem rør vil reducere tiden for transport og udbringning (ca. 40 %), og systemkapaciteten vil øges (ca. 75 %) i forhold til udbringning med gyllevogn (Sørensen *et al.*, 2003). Ved pumpning af gylle fra lager til mark sikres et kontinuerligt flow fra lager til mark, og udbringningen vil kunne ske med bemandede, selvkørende enheder, med traktortrukne enheder eller med ubemandede enheder efter princippet kendt fra vandingsmaskiner.

#### Energiforbrug

Brændstofforbruget ved udbringning med gyllevogn og slæbeslanger ved en gns. transportafstand på 500 meter vil ligge på ca. 0,3-0,4 l/t. Det tilsvarende brændstofforbrug ved udbringning via rør eller slangesystemer vil ligge på ca. 0,4 l/t, men dette tal vil være mindre følsomt over for ændringer i transportafstand.

#### Smitterisiko

Under transport med gyllevogne kan der være risiko for at sprede smitte mellem besætninger (overløb, skvulp og beskidte dæk). Transporten i rør eller slanger vil kunne reducere dette problem.

#### Dyrevelfærd

Ikke relevant

#### **Økonomi**

Omkostningsberegninger (se f.eks. Sørensen *et al.* (2003); Jabosen *et al.* (2002)) viser, at ved udbringning af husdyrgødningen med egen tankvogn og slæbeslanger varierer disse fra 16 til 20 kr./t. Da omkostningerne ved brug af selvkørende gylleudlægger med mobil fødeslange eller tilkoblede hydranter varierer fra 114-160 kr./t, er det uinteressant for mindre bedrifter med årlige gyllemængder på 4-5000 tons at investere i sådanne systemer. Såfremt den årlige gyllemængde øges til ca. 45.000 tons, vil omkostningerne variere fra 17-19 kr./t. Gylleudlægger med fødeslanger kan således være interessant for maskinstationer, der kan tilbyde denne type udbringning til bedrifter med eller uden rørsystem.

Det skal tilføjes, at andre fordele i form af færre strukturskader m.m. kan være med til at opveje meromkostningerne ved rørsystemerne. I fald det kan gøres operationelt at iblande vand for på denne måde at reducere ammoniakfordampningen, kan dette også opveje meromkostninger. Et system med brug af ubemandede enheder vil på en gang reducere arbejdslønnen, øge udbringningskapaciteten og reducere ammoniakfordampningen ved udbringningen.

Ud fra en økonomisk synsvinkel skal transportafstanden sandsynligvis være noget højere end 2-3 km, før det vil være rentabelt at anvende specielle transportenheder som f.eks. lastbiler. Under alle omstændigheder er det vigtigt at optimere logistikken omkring transporten af gylle fra lager til spredningslokalitet. Studier viser, at uhensigtsmæssig arrondering forøger transportafstanden og dermed udbringningsomkostningerne betydeligt (Sørensen, 2003).

## Kilder

- Arvidsson J (1998). Beräkning av ekonomiska förluster av jordpakning vid flytgödselsprining. [Calculation of economic losses for soil compaction related to slurry application.] Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Markvetenskap, Uppsala
- Jacobsen, B. H., C. G. Sørensen, and J. F. Hansen. 2002. Handling of manure in Denmark: a technical and economical system analysis. Report No. 138. Copenhagen: Danish Research Institute of Food Economics.
- Kowalewsky, H.H., 1990. Vergleich neuer Ausbringetechniken zur Verminderung der Ammoniakfreisetzung bei der Ausbringung von Flüssigmist auf Grünland. In Ammoniak in der Umwelt (Red. Döhler, H. und Van den Weghe H.). KTBL, Darmstadt. 43.1-43.5.
- Poulsen H D; Børsting C F; Rom H B; Sommer S G (2001). Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning}normal 2000. [Nitrogen, phosphorus, and potassium in animal manure}standard values 2000.] DIAS Report 36. Danish Institute of Agricultural Sciences, Denmark
- Sommer, S.G. & Olesen, J.E., 2000. Modelling ammonia volatilisation from animal slurry trail hose applied to cereals. Atmos. Environ. 34: 2361-2371.
- Sørensen C.G. (2003). A model of field machinery capability and logistics: the case of manure application. Agricultural Engineering International: CIGR Journal of Scientific Research and Development, V
- Sørensen CG; Jacobsen B H; Sommer S G (2003). An assessment tool applied to manure management systems using innovative technologies. Biosystems Engineering, 86(3), 315–325
- Øyen J; Neheiam L; Skjervheim K (1995). Nitrogen utilization of cattle slurry as influenced by application technique and water dilution. Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soil and Plant Science, 45(1), 51–56

## **Bilag 3.5.2. Gylleudbringningsteknologier**

### **Beskrivelse**

Teknologier til begrænsning af miljøeffekterne ved gylleudbringning omfatter følgende:

- Slæbeslangeudlægning
- Nedfældning i ubevokset jord
- Nedfældning i afgrøder
- Nedspuling

I forbindelse med udbringning af gylle kan der ske en betydelig emission af ammoniak og lugt. Emissionen er afhængig af gødningstype, klimatiske forhold, udbringningstidspunkt, samt håndterings- og udbringningsteknologi. Emissionen afhænger af gødningens fysiske og kemiske sammensætning og af gødningens overfladeareal efter udbringningen. Emissionen kan derfor begrænses ved at ændre gødningens sammensætning, samt ved at benytte optimal udbringningsteknologi. Udbringning i bånd (slæbeslangeudlægning) og specielt indarbejdning i jordfasen (nedfældning) begrænser emissionen, men kan samtidig have uheldige indvirkninger i form af højere energiforbrug, skader på afgrøde og højere potentiale for drivhusgasemission.

### **Status**

Bredspredning, som tidligere var den mest benyttede teknik til udbringning af gylle, benyttes af lovgivningsmæssige og teknologiforbedrede årsager ikke længere. I dag udbringes ca. 68 % af gyllen med slæbeslanger, mens den resterende mængde nedfældes. Nedfældningen sker primært forud for afgrødeetablering i forårsperioden som sortjordsnedfældning, mens ca. 9 % nedfældes i etablerede afgrøder i løbet af forårs- og sommermånederne. Øgning af nedfældning i etablerede afgrøder er betinget af, at der sker en videreudvikling af nedfældningssystemer, der kan nedfælde gylle i vintersæd, uden at der sker skade på jordstruktur og afgrøde. Der er udviklet og afprøvet teknologi til nedspuling af gylle. Teknologien er dog indtil videre meget begrænset udbredt.

Forsuring af gylle i lager samt i forbindelse med udbringning kan begrænse emissionen af ammoniak i forbindelse med gyllens udbringning. Der findes i dag praktiske anlæg, hvor der sker en forsuring af gylle på lager. Forsuring i forbindelse med udbringning har været forsøgt, men teknologien er ikke blevet implementeret.

### **Viden og erfaringer**

#### Miljøpåvirkning

Nedfældning af gylle begrænser emissionen af ammoniak og lugt. Størst reduktion opnås ved sortjordsnedfældning. Udenlandske undersøgelser har således vist, at sortjordsnedfældning kan reducere ammoniakfordampningen med mere end 90 % (Huijsmans et al 2001), mens en nyere dansk undersøgelse fandt, at sortjordsnedfældning begrænsede koncentrationen af væsentlige lugtstoffer i luften over udbragt gylle med mere end 50 % (Bang, 2005). Nedfældning i afgrøder, som sker i åbne render, fører til en lavere reduktion af emission af lugt og ammoniak. Danske og udenlandske undersøgelser har fundet, at nedfældning i græs begrænsede ammoniakemissionen med mellem 20 og 75 % sammenlignet med slæbeslangeudlægning (Hansen et al., 2003, Rubæk et al., 1996, Smith et al., 2000, Misselbrook et al., 1996). Nedfældning i afgrøder er ligeledes i udenlandske undersøgelser fundet at kunne reducere emissionen af lugt i forhold til bredspredt gylle (Hanna, et al., 2000, Moseley et al., 1998), mens nyere danske undersøgelser kun har fundet en svag og usikker lugtreducerende effekt af nedfældning i etablerede afgrøder sammenlignet med slæbeslange udlagt gylle (Bang, 2005). Effekten af nedfældning i etablerede afgrøder afhænger dog i høj grad af nedfældningseffektiviteten (Hansen et al., 2003). Nedspuling af gylle har i norske

undersøgelser vist sig at kunne begrænse ammoniakfordampningen mellem 17 og 64 % sammenlignet med bredspredning (Morken, 1991, Morken & Sashaug, 1998). En svensk undersøgelse fandt imidlertid ingen reduktion af ammoniakfordampningen ved nedspuling af gylle i græsafrøder sammenlignet med slæbeslange udlagt gylle (JTI-Rapport nr. 267).

Forsuring af gylle med svovlsyre kan effektivt begrænse ammoniakemissionen under gyllens udbringning. Forsuringen kan dog medføre dannelse af lugtstoffet svovlbrinte og dermed øget risiko for lugtgener.

#### Arbejds miljø

Ingen af de ovennævnte teknologier har negativ indflydelse på arbejdsmiljøet i forbindelse med gylleudbringning

#### Driftskrav

Der findes i dag teknologi til nedfældning af gylle til ubevokset jord og i græsmarker, mens der endnu ikke findes teknologier, der effektivt kan nedfælde i kornafgrøder, uden at der sker afgrødeskade. Effekten af nedspuling vil normalt være begrænset i vækstsæsonen pga. tør og hård jord.

#### Energiforbrug

Nedfældning af gylle øger energiforbruget ved gyllens udbringning (Huijsmans et al., 1998, Hansen et al., 2001). Energiforbruget ved nedspuling vurderes at være på niveau med nedfældning.

#### Smitterisiko

Ikke relevant.

#### Dyrevelfærd

Ikke relevant.

#### **Økonomi**

Højere energiforbrug samt slitage på nedfælderskær øger omkostningerne ved nedfældning sammenlignet med slæbeslangeudlægning. Meromkostningen ved sortjordsnedfældning og nedfældning i græsmarker er opgjort til henholdsvis 3,82 kr. og 6,27 kr. per m<sup>3</sup> gylle udbragt (Mikkelsen *et al.*, 2003). Udover omkostninger til driften kan der i vårafrøder forventes et merudbytte p.g.a. placeringseffekten. Samlet betyder dette, at der ved nedfældning i foråret før såning på sandjord vil være en samlet økonomisk gevinst (ca. 300 kr. pr. ha), mens nedfældning i vinterafgrøder på sandjord typisk vil betyde meromkostninger (100-200 kr. pr. ha). På lerjord vil der ofte være tale om meromkostninger.

Meromkostningen ved nedspuling vurderes at være på niveau med nedfældning i græs. Omkostningen ved tilsætning af additiver vil afhænge af indkøbsprisen og doseringen af det aktuelle additiv. Omkostninger relateret til tilførsel af oxidationsmidler er ikke kendt. Meromkostningen ved forsuring med svovlsyre vil afhænge af besætningsstørrelsen. Et anlæg til 250 DE kan anskaffes til ca. 500.000 kr. Hertil kommer den løbende tilsætning af svovlsyre. Den samlede meromkostning udgør ca. 19 kr. pr. produceret slagtesvin eller ca. 55 kr. pr. kg reduceret N (BAT-Byggeblad 106.04-54)

## Referencer

- Bang M. 2005. Lugt fra gylle udbragt i vinterhvede - Afsluttet FarmTest. Farmtest Planteavl nr. 40.
- Hanna H.M., Bundy D.S., Lorimor J.C., Mickelson S.K., Melvin S.W. & Erbach D.C. 2000. Manure incorporation equipment effects on odor, residue cover, and crop yield. *Applied Engineering in Agriculture*. 16:(6). 621-627.
- Hansen M.N., Sommer S.G. & Madsen N.P. 2003. Reduction of ammonia emission by shallow slurry injection: Injection efficiency and additional energy demand. *Journal of Environmental Quality*. 32:(3). 1099-1104.
- Huijsmans J.F.M., Hol J.M.G. & Vermeulen G.D. 2003. Effect of application method, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to arable land. *Atmospheric Environment*. 37:(26). 3669-3680.
- Huijsmans J.F.M., Hendriks J.G.L. & Vermeulen G.D. 1998. Draught requirement of trailing-foot and shallow injection equipment for applying slurry to grassland. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 71:(4). 347-356.
- Misselbrook T.H., Laws J.A. & Pain B.F. 1996. Surface application and shallow injection of cattle slurry on grassland: nitrogen losses, herbage yields and nitrogen recoveries. *Grass and Forage Science*. 51:(3). 270-277.
- Morken J. 1991. Slurry application techniques for grassland: effects on herbage yield, nutrient utilization and ammonia volatilization. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. 5:(2). 153-162.
- Morken J., Sakshaug S. 1998. Direct ground injection of livestock waste slurry to avoid ammonia emission. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 51:(1). 59-63.
- Moseley P.J., Misselbrook T.H., Pain B.F., Earl R. & Godwin R.J. 1998. The effect of injector tine design on odour and ammonia emissions following injection of bio-solids into arable cropping. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 71:(4). 385-394.
- Smith K.A., Jackson D.R., Misselbrook T.H., Pain B.F. & Johnson R.A. 2000. Reduction of ammonia emission by slurry application techniques. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 77:(3). 277-287.

## Bilag 4 Begreber i forhold til dokumentation og certificering

**Standardisering:** ”En standard er et dokument til fælles og gentagen anvendelse, der giver regler, retningslinier eller karakteristiske træk ved aktiviteter eller ved resultaterne af disse. Dokumentet er fastlagt ved konsensus og vedtaget af et anerkendt organ. Hensigten er at opnå optimal orden i en given sammenhæng” (citater fra Dansk Standards internetside [www.ds.dk](http://www.ds.dk)). De mest kendte standarder er f.eks. inden for kvalitetsstyring ISO 7000, HACCP (hazard analysis and critical control points), for miljøstyring ISO 14000 eller tekniske standarder som CEN, Demko eller tilsvarende standarder. Disse standarder beskriver en række forhold, som en virksomhed skal overholde for at kunne påkræve sig en godkendelse i forhold til denne standard. Standarderne er ofte internationale, men nationale standarder eller tillempede nationale standarder af internationale standarder forekommer.

**Certificering:** Når en virksomhed har indført alle de arbejdsgange, rutiner eller andre forhold, der er beskrevet i en standard, kan de blive gennemgået og godkendt af et eksternt certificeringsbureau. Dette bureau erklærer, at virksomheden overholder standarden og virksomheden bliver herefter certificeret i forhold til den pågældende standard. Det betyder, at virksomheden får et certifikat, der ofte benyttes i markedsføringen. Virksomheden skal efterfølgende løbende gennemgå audits (revision) for at kunne fastholdelse certificeringen. Samme princip kan gøre sig gældende for de produkter, som virksomheder producerer. Her kan et produkt opnå et certifikat om, at det opfylder specifikationerne i en standard – f.eks. at en motor yder 3000 W opgjort efter en akkrediteret måling og som et led i overholdelsen af en bestemt standard.

**Akkreditering:** Dette begreb bruges oftest i forbindelse med konkrete målinger, hvor analyserne udføres og analyseres af et laboratorium, der skal overholde bestemte standarder for den givne analyse. For at et laboratorium skal kunne opnå akkreditering for at foretage en bestemt analyse, skal analyserne gennemføres efter nationale eller internationale analyseforskrifter. Og virksomheden bliver udsat for løbende evaluering af et akkrediteringsudstedende firma, såsom Dansk Standard, BVQI, DNV m.v. I forbindelse med at en produktionsvirksomhed bliver certificeret, stilles der ofte krav om, at den dokumentation, som virksomheden skal udarbejde for at vise, at man overholder standarden, er udført på laboratorier, der er akkrediterede. Derved sikres det, at ikke kun analyseresultaterne udarbejdes, men at de gøres efter de korrekte forskrifter. Ordet akkreditering bruges tillige om de selskaber, der godkender de udførende selskaber. F.eks. akkrediteres Dansk Standard af Danak til at udføre kontrol med et laboratorium eller en virksomhed, der skal certificeres til en given standard.

**Frivillige ordninger:** Frivillige ordninger er oftest ordninger, hvor branchen er blevet enig om nogle minimums- eller maksimumsniveauer inden for et givent område. I Danmark har vi set mange frivillige ordninger, hvor f.eks. dansk landbrug aftaler gennem en frivillig ordning at forbyde brug af antibiotiske vækstfremmere i foder, eller at Fødevareindustrien aftaler et maksimumniveau for tilsætning af nitrit til fødevareprodukter. Virksomheder kan stå uden for de frivillige ordninger. De frivillige ordninger håndhæves oftest af branchen selv, men det kan aftales, at det offentlige foretager denne kontrol – især hvis der ved kontrollen opnås et offentligt godkendt mærke (som mærkningsordningen af oksekød o. lign.).

**Tvungne ordninger:** I modsætning til frivillige ordninger, er tvungne ordninger oftest foranlediget af de offentlige myndigheder, hvor der via lov eller bekendtgørelser indføres nogle



grænseværdier eller principper, som alle virksomheder skal overholde. Disse kontrolleres inden for landbrugsområdet oftest af f.eks. Fødevarestyrelsen eller Plantedirektoratet m.v. Virksomheder kan ikke vælge at stå uden for disse ordninger. Der er eksempler på, at ordninger kan være både frivillige og indeholde påtvungne elementer. F.eks. er det frivilligt om en landmand vil omlægge til økologi, men hvis han tilmelder sig som økologisk landmand, er han tvunget til at modtage en løbende kontrol samt underlagt de aftalte dokumentationskrav. Hvis han nægter, smides han ud af økologiordningen.

## Bilag 5 Dokumentations- og certificeringsprincipper indenfor andre brancher

Dette afsnit indeholder eksempler på, hvordan andre brancher benytter standarder, certificeringsordninger m.v. til at fremme dokumentation samt sikre et ensartet minimumsniveau i den frembragte dokumentation, så køberne sikres et bedre beslutningsgrundlag. Afsnittet er ikke fyldestgørende, da der findes et meget betydeligt antal forskellige ordninger, standarder m.v.

**Standarder fra vindmøllebranchen:** Udviklingen mod større elproducerende vindmøller har inden for det sidste årti fået en stadigt stigende betydning for elforsyningen. Dette er sket ved, at møllerne er blevet stadigt større og mere avancerede. Der har derfor vist sig et behov for, at der bliver udarbejdet standarder inden for et meget bredt område fra sikkerhed for vindmøller, over målemetoder for afgiven effekt og lyd, til standarder for fjernkontrol af vindmøller og havvindmølleparker. Vindmølleområdet har i dag udviklet en lang række tekniske standarder, der definerer stort set alle enkeltkomponenter samt andre former for tekniske elementer af en vindmølle – samt en række andre forhold som placering m.v.

Den danske godkendelsesordning for vindmøller er etableret for at opfylde et fælles ønske fra fabrikanter, brugere og myndigheder om et sammenhængende regelsæt for godkendelse af vindmøller opstillet i Danmark.

Grundlaget for godkendelsesordningen er Energistyrelsens bekendtgørelse nr. 1268 af 10. december 2004 om teknisk godkendelsesordning for konstruktion, fremstilling og opstilling af vindmøller.

Godkendelsesordningen sikrer,

- at vindmøller overholder bestemmelser for typegodkendelse af vindmøller. Fabrikanten/leverandøren er ansvarlig for, at vindmøllen er typegodkendt ved idriftsættelsen.
- at vindmøller og vindmølleparker overholder bestemmelser for projektgodkendelse af vindmøller, ombygning og flytning m.v. Bygherren/ejer(ne) er ansvarlig for, at vindmøller er projektgodkendte ved idriftsættelsen, uanset om der er tale om placering på land eller på havet.

Standardiseringen i forhold til vindmøller sker i dag gennem internationalt samarbejde (se f.eks. IEC 61400-1 eller EIC WT01), hvor Danmark deltager aktivt gennem udvalg under Dansk Standard. Læs mere på [www.vindmoellegodkendelse.dk](http://www.vindmoellegodkendelse.dk) og [www.ds.dk](http://www.ds.dk).

**CE-mærkningsordningen:** CE-mærket er et fælleseuropæisk mærke, der skal anbringes på udvalgte produktgrupper, og reglerne stiller krav om konstruktion af sunde og sikre produkter. Det er dog langt fra alle CE-mærkede produkter, der skal testes af uvildige prøvningslaboratorier, før de bringes på markedet. Testkravene varierer fra produktgruppe til produktgruppe, og de ansvarlige myndigheder skal udøve en markedskontrol, der bl.a. tager højde for sikkerheden ved de produkter, hvor CE-mærkningen udelukkende foregår internt i virksomheden.

CE-mærkningsreglerne skal reducere antallet af tekniske handelshindringer i EU. Det skal kort sagt være nemmere at eksportere og importere CE-mærkede varer inden for EU. Reglerne er derfor ens i alle landene, og de nationale myndigheder kan ikke stille strengere krav til CE-mærkede produkters udformning, end EU's medlemslande er blevet enige om. Den tekniske dokumentation er på mange

måder resultatet af den risikovurdering, som fabrikanten løbende har foretaget i produktets konstruktionsforløb.

Den tekniske dokumentation består hovedsageligt af:

- Tekniske tegninger og funktionsdiagrammer.
- En overskuelig risikovurdering, dvs. en redegørelse for, hvordan man har opfyldt de væsentlige krav, der er relevante for produktet.
- Fortegnelse over anvendte standarder.
- Prøvningsresultater, som fabrikanten finder det hensigtsmæssigt at medtage, eller som har været påkrævede som led i en overensstemmelsesprocedure.
- Leverandørers overensstemmelses- eller komponenterklæringer.
- Brugsanvisning, servicemanualer og vedligeholdelsesforskrifter, der udleveres sammen med produktet.
- Evt. egen overensstemmelseserklæring.

Den tekniske dokumentation bliver hos fabrikanten og skal kunne udleveres til de ansvarlige myndigheder, hvis de kommer med en begrundet anmodning om at se dokumentationen

Læs mere om CE-mærkningen på [www.ds.dk](http://www.ds.dk) og [www.euroinfocenter.dk](http://www.euroinfocenter.dk).

**Foderstofbranchen: GMP-ordningen:** Denne ordning (Good Manufacturing Practice) GMP er udviklet af Foreningen af foderstofproducenter i Holland, PDV. GMP-standarderne er udviklet for alle led i produktionen af foderstoffer. F.eks. er GMP 13 den standard, der gælder for leddet ”Kvalitetskontrol af dyrefoder (udenlandske leverandører)”. GMP inden for dette område er ikke myndighedsbefalede, men virksomheder, der ønsker samhandel med Holland, skal opfylde disse krav. Derfor virker disse standarder fremmende, og det forventes, at GMP også kommer til at ligge til grund for den kommende standard for foderstoffer, International Feed Ingredient Standard.